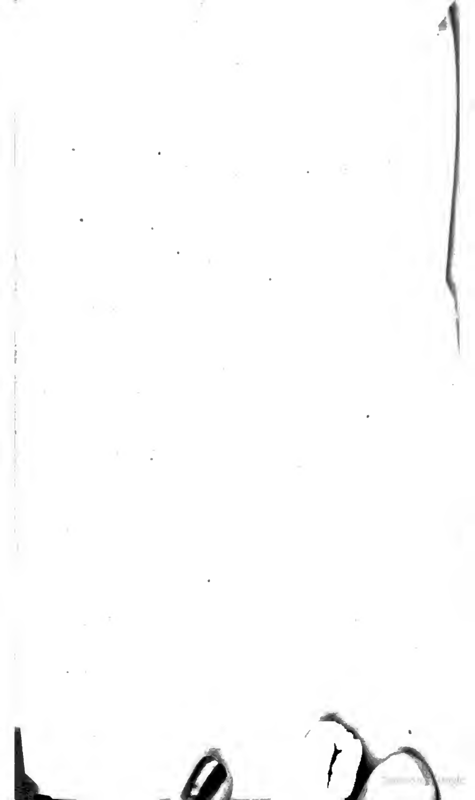




TRAITÉ

SUR

L'ÉCONOMIE DES MACHINES

ET DES MANUFACTURES.

IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, n° 12.

TRAITÉ

SUR

L'ÉCONOMIE DES MACHINES

ET

DES MANUFACTURES;

PAR CH. BABBAGE,

Professeur à l'Université de Cambridge, Membre de la Société royale de Londres et de diverses Académies.

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA TROISIÈME ÉDITION,

PAR ÉD. BIOT,

Membre de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

POUR LES SCIENCES,

QUAI DES AUGUSTINS, N° 55.

1833

AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR.

L'ouvrage dont je soumets la traduction au public se divise en deux parties : la première est un abrégé de Mécanique pratique, qui offre le résumé le plus complet et le plus exact des diverses applications des machines aux Arts et aux Manufactures ; la deuxième est un traité d'économie politique, consacré à l'exposition des effets généraux de l'industrie manufacturière, et spécialement à l'examen des avantages qui résultent de l'emploi illimité des machines comme moyen de production. Cette question, qui est aujourd'hui d'une importance universelle dans l'état progressif de la civilisation, ne pouvait nulle part être mieux étudiée qu'en Angleterre, au milieu des exemples de toute nature que présente son vaste système manufacturier. M. Babbage a profité complètement de l'avantage de sa position, et s'est même

imposé la règle invariable de n'avancer aucun principe théorique sans le confirmer à l'instant par des faits d'une exactitude parfaitement constatée. Cette réunion scrupuleuse des exemples pratiques aux principes de la théorie me semble neuve dans l'histoire de l'économie politique, dont les lois générales ont été trop long-temps basées sur des raisonnemens abstraits, bien plutôt que sur des faits indispensables dans une matière aussi nouvelle. M. Babbage est le premier qui se soit astreint aux longues recherches nécessitées par ce rapprochement continuel de la théorie et de la pratique; et par là il s'est mis complètement en état de discuter sûrement le plus ou moins d'exactitude des axiomes généralement adoptés, et de déterminer par une analyse rigoureuse les conditions nécessaires au développement de l'industrie commerciale. La netteté des résultats auxquels il est parvenu, ainsi que le choix remarquable et l'extrême variété des exemples qu'il a su disposer avec art au milieu de ses raisonnemens, donnent à son ouvrage un caractère particulier qui en rend la lecture facile et intéressante, même aux personnes d'une instruction ordinaire : aussi

cet ouvrage a-t-il obtenu un succès populaire en Angleterre, où il a déjà eu trois éditions dans l'espace de quelques mois.

La lecture d'une publication aussi intéressante m'a fait penser que la traduction en serait utile aux personnes qui s'occupent d'économie industrielle ou commerciale, en France et dans le reste de l'Europe où notre langue est plus répandue que la langue anglaise. Il m'a semblé que ce résumé raisonné des avantages de l'industrie manufacturière ferait mieux apprécier la forme véritable sous laquelle les considérations d'économie politique doivent être désormais présentées, pour faire sortir cette science imparfaite du vague des aperçus théoriques, et la constituer en une science exacte et positive. D'ailleurs, l'examen des résultats qu'a produits chez un grand peuple voisin l'extension toujours croissante de l'emploi des machines, doit être d'un haut intérêt pour les peuples moins avancés en civilisation industrielle, qui pourront profiter des avantages d'un semblable système, en se garantissant des dangers que peut entraîner son développement trop rapide. Cette considération a été

pour moi une nouvelle raison de croire qu'on accueillerait favorablement en France la traduction de cet ouvrage, où se trouve exposée de la manière la plus exacte la situation relative des principaux intérêts qui divisent aujourd'hui l'Angleterre.

Nota. Dans le cours de l'ouvrage, les notes de l'auteur sont indiquées par la lettre A; celles du traducteur par la lettre T.

PRÉFACE DE L'AUTEUR.

Cet ouvrage peut être considéré comme un des résultats déjà produits par la machine à calculer dont j'ai dirigé moi-même la construction. Fortement occupé de ce travail pendant ces dix dernières années, je jugeai utile de visiter un nombre considérable d'ateliers et de manufactures, en Angleterre et sur le Continent, afin de me familiariser avec les ressources variées de la mécanique pratique, et cet examen me conduisit insensiblement à appliquer aux différens objets qui se présentaient à mes yeux les principes de généralisation auxquels mon esprit s'est habitué depuis long-temps par la nature de ses recherches ordinaires. Cette foule de procédés curieux et de détails intéressans de toute nature m'inspira une série de réflexions assez nombreuses pour me faire penser que leur publication pourrait présenter quelque intérêt au public, et surtout aux personnes qui se proposent d'étudier à fond les sujets que je n'ai fait qu'entrevoir en passant. Dans cette vue, je voulais publier cet ouvrage sous la forme d'un cours de leçons rédigées pour l'université de Cambridge; mais d'autres considérations me firent abandonner ce premier plan. Cependant j'en ai inséré, sous cette forme, des extraits assez étendus dans les chapitres préliminaires de l'*Encyclopédie métropolitaine*.

Mon but n'a pas été d'offrir une énumération complète de tous les principes mécaniques qui dirigent les applications

variées des machines aux Arts et aux Manufactures; j'ai seulement essayé de présenter au lecteur ceux de ces principes qui m'ont frappé comme les plus importans à connaître, soit pour comprendre l'action des machines, soit pour habituer la mémoire à classer et à disposer les faits qui se rattachent à leurs divers usages. J'ai cherché encore moins à examiner toutes les difficultés d'économie politique qui se lient à une étude de ce genre. Mais dans cette variété étendue de faits qui s'offraient à mes regards, j'ai cru reconnaître plusieurs principes généraux dont l'influence s'étendait sur presque toutes nos manufactures, et, une fois fixé sur un certain nombre de ces principes, le désir d'en vérifier l'exactitude m'intéressa plus vivement à la nouvelle étude que j'avais embrassée. Quelques-uns des principes que j'ai posés m'ont paru entièrement neufs. J'espérais surtout donner le premier l'explication de la division du travail que j'ai présentée page 231; mais j'ai reconnu depuis que j'avais été prévenu par M. Gioja. Il est de même probable que de nouvelles recherches me permettraient d'assigner à des écrivains qui m'ont devancé plusieurs principes que j'ai crus nouveaux; et je semblerai peut-être avoir méconnu le mérite de ces auteurs, lorsque je ne suis coupable que d'une simple omission, par suite de mon ignorance complète de la partie historique du sujet que j'ai traité.

Quoi qu'il en soit, la vérité des principes que j'ai établis est bien plus importante que leur origine. Examiner ces principes, en substituer d'autres plus exacts à leur place, s'ils sont erronés; tel est le travail que je me suis proposé, et son utilité ne me semble pas pouvoir être contestée.

On a malheureusement exagéré la difficulté qui peut exister à comprendre les détails des manufactures. Pour les examiner avec l'œil du manufacturier, pour apprendre à d'autres à en répéter l'exécution, il faut sans doute beaucoup d'habileté et d'expérience spéciales; mais il est toujours facile de comprendre leurs principes généraux et les relations de leurs diverses branches: pour acquérir cette connaissance il suffit de posséder une instruction tout-à-fait ordinaire.

Ceux qui tiennent un rang élevé dans une contrée manufacturière ne sont guère excusables de rester dans une ignorance complète des principes dont le développement a créé la puissance de leur nation. Les personnes riches ne peuvent pas non plus rester indifférentes à des procédés industriels qui, de près ou de loin, ont été l'origine de leur fortune. Enfin les personnes qui ont du temps disponible ne peuvent trouver une étude plus intéressante et plus instructive que l'examen des fabriques de leur propre pays, qui contiennent en elles-mêmes une mine féconde de savoir, trop généralement négligée par les classes riches de l'Angleterre.

J'ai tâché d'éviter autant que possible les mots techniques, et j'ai cherché à décrire dans un langage concis les Arts que j'avais eu l'occasion d'examiner dans le courant de l'ouvrage. Quand j'ai abordé des principes plus abstraits d'économie politique, je n'ai fait qu'exposer rapidement les raisons sur lesquelles ils sont fondés, et de suite j'ai tâché de les appuyer de faits pratiques et de citations, dans la pensée que ces exemples, en amusant et instruisant à la fois la jeunesse, fourniraient aux personnes d'un jugement plus mûr un sujet de méditations graves sur les conclusions générales

qu'ils semblent indiquer. Je désirais vivement m'aider des observations faites avant moi, pour mieux défendre les principes que j'ai cru devoir soutenir, et j'ai pu satisfaire ce désir de la manière la plus heureuse. Les rapports des commissions de la chambre des communes, sur différentes branches du commerce et de l'industrie, et les enquêtes publiées à différentes époques sur les mêmes objets, abondent en documens de la plus haute importance, dont la valeur se trouve même doublée par les circonstances particulières dans lesquelles ils ont été recueillis. J'ai puisé fréquemment à ces sources, et les secours que j'en ai tirés m'ont donné une nouvelle confiance dans l'exactitude des idées générales que j'ai pu présenter au public.

Charles BABBAGE.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE XIX.

CHAPITRE XX.

CHAPITRE XXI.

CHAPITRE XXII.

CHAPITRE XXIII.

CHAPITRE XXIV.

CHAPITRE XXV.

CHAPITRE XXVI.

CHAPITRE XXVII.

CHAPITRE XXVIII.

CHAPITRE XXIX.

CHAPITRE XXX.

CHAPITRE XXXI.

CHAPITRE XXXII.

CHAPITRE XXXIII.

CHAPITRE XXXIV.

CHAPITRE XXXV.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.

Montrer les effets et les avantages qui résultent de l'emploi des outils et des machines, essayer de classer leur mode d'action, et enfin décrire les motifs et les conséquences de l'application des moyens mécaniques pour suppléer à la force et à l'adresse du bras de l'homme, tel est l'objet de cet ouvrage.

Notre attention devra d'abord se porter sur l'ensemble des considérations mécaniques qui se lient à ce sujet ; et c'est à leur exposition générale que sera consacrée la première section de l'ouvrage. Le premier chapitre contient des observations sur les principes généraux d'où dérivent les avantages des machines ; les neuf suivans présentent un examen détaillé de principes d'un caractère moins général. Le onzième chapitre a de nombreuses subdivisions ; il présente une classification importante et fort étendue des différens arts où le principe de l'imitation est si largement employé. Enfin le douzième chapitre, qui termine la première section, contient quelques conseils adressés aux personnes qui se proposent de visiter des manufactures.

La deuxième section de l'ouvrage commence

par un chapitre d'introduction sur la différence qui existe entre *faire* et *fabriquer*. Les chapitres suivans présentent une discussion approfondie de plusieurs questions d'économie politique qui se rattachent au sujet de cet ouvrage. Ces questions plus générales m'ont paru tellement liées à l'organisation intérieure des établissemens industriels, à ce que l'on peut appeler leur économie domestique, qu'il eût été hors de propos de séparer ces deux sujets l'un de l'autre. Le dernier chapitre de cette section, et de l'ouvrage lui-même, expose l'influence de la science sur le développement futur de l'industrie.

DE L'ÉCONOMIE

DES

MANUFACTURES.

CHAPITRE PREMIER.

Causes diverses des avantages qui résultent de l'emploi des machines et de l'établissement des manufactures.

1. Parmi les divers caractères qui peuvent distinguer la nation anglaise de toutes les autres, le plus remarquable peut-être, c'est cet ensemble de développement et de perfection que présente notre pays, dans l'invention des outils ou des machines qui servent à produire cette foule d'aisances de la vie si largement répandues dans toutes les classes de la société. On pourrait à peine imaginer combien de patientes méditations, d'essais répétés, d'heureux efforts de génie, ont dû s'accumuler pour créer nos manufactures et les

amener à leur degré de perfection actuel. Jetons les yeux sur l'intérieur des appartemens que nous habitons, entrons dans ces magasins de toute espèce d'objets, soit d'utilité, soit de luxe, que l'homme puisse désirer; et, dans l'histoire de chaque espèce d'articles, nous trouverons une suite de fautes qui ont successivement conduit la fabrication à sa perfection définitive. Dans l'art de confectionner même le plus insignifiant de tous ces objets, nous remarquerons des procédés dignes d'exciter notre admiration par leur simplicité, ou de fixer notre attention par leurs résultats imprévus.

2. Cette accumulation de science et d'habileté, consacrée tout entière à faciliter la production des objets manufacturés, n'a pas été utile au pays seul où elle était concentrée; des contrées éloignées ont participé à ses avantages. L'habitant voluptueux de l'Orient (1), et l'homme demi sauvage des déserts de L'Afrique, paient également leur tribut à nos manufactures, dont les produits ont devancé même nos plus hardis voyageurs (2). Le

---

(1) Les foulards de coton fabriqués à Glasgow ont remplacé depuis long-temps les foulards indiens, et se vendent, en grande quantité, aux Indes et à la Chine. (Crawfurd, *Description de l'archipel Indien.*) (A)

(2) Dans une visite au sultan Bello, dit le capitaine Clapperton, on m'envoyait tous les jours de la table du sultan des mets servis dans de la vaisselle d'étain à la

coton de l'Inde, transporté par des vaisseaux anglais autour de la moitié du globe, vient se faire tisser par l'industrie anglaise, dans les fabriques du Lancashire; il est ensuite réexpédié de Londres; puis, revenu dans ses plaines natales, il est racheté par les maîtres de cette terre qui l'a produit, et racheté à un prix plus modique que celui qu'ils pourraient obtenir en travaillant la plante eux-mêmes avec leurs trop grossières machines (1).

3. Le tableau suivant, tiré de l'ouvrage intitulé *Essai sur la distribution de la Richesse*, par le rév. R. Jones, donnera une idée de la proportion de la population anglaise qui est engagée dans le travail des manufactures.

Pour cent individus employés à la culture des terres, il existe :

---

marque de Londres, et l'on m'a servi même une pièce de viande dans une cuvette de faïence blanche de fabrique anglaise. (*Voyage de Clapperton*, page 88.) (A)

(1) Dans l'Inde orientale, à Calcutta, qui a donné son nom à la toile de coton appelée *calicot*, le prix de la journée de travail n'est que le septième du prix payé en Angleterre, et cependant les boutiques de Calcutta sont garnies des produits de nos fabriques. (A)

On exporte de France des vases de porcelaine à la Cochinchine L'élégance des formes, la richesse des couleurs de nos porcelaines, leur donnent un avantage sensible sur les porcelaines de ces pays qui autrefois en fournissaient l'Europe. (T)

	Cultivateurs.	Individus étrangers à la culture.
En Italie..........	100	31
En France.........	100	50
En Angleterre......	100	200.

Cette supériorité numérique de ceux qui ne cultivent pas sur ceux qui cultivent augmente de jour en jour en Angleterre : c'est un fait qui résulte à la fois du rapport de la commission nommée en juillet 1830 par la chambre des communes pour l'examen du travail des manufactures, et de l'enquête relative au dernier recensement de la population anglaise. J'ai extrait de cette enquête le tableau suivant :

Accroissement de la population par chaque centaine d'individus dans les grandes villes manufacturières de l'Angleterre.

NOMS DES VILLES.	De 1801 à 1811.	De 1811 à 1821.	De 1821 à 1831.	Total de 1801 à 1831.
Manchester...........	22	40	47	151
Glasgow..............	30	46	38	161
Liverpool (1)..........	26	31	44	138
Nottingham...........	19	18	25	75
Birmingham...........	16	24	33	90

(1) Quoique Liverpool ne soit pas par elle-même une ville manufacturière, elle a été placée dans cette liste, à cause de ses rapports immédiats avec Manchester, dont elle est le port.

Ainsi, dans ces trois périodes de dix ans, dont chacune a vu s'accroître la population générale de l'Angleterre de 15 pour 100 environ, ce qui fait à peu près 51 pour 100 pour la période entière de trente ans, la population de ces grandes villes a augmenté en moyenne de 123 pour 100. Après un tel exemple, il n'est pas besoin d'en chercher d'autres; celui-là seul suffit pour montrer de quelle importance il peut être de faire bien connaître et bien comprendre les intérêts de ses manufactures à un peuple dont la prospérité est si intimement liée à ces mêmes intérêts.

4. Les avantages qui proviennent des machines et des manufactures semblent dériver de trois causes principales :

1°. La force ajoutée à celle de l'homme ;

2°. L'économie du temps de l'ouvrier ;

3°. La transformation de matières en apparence communes et sans valeur, en produits qui ont une valeur commerciale.

5. *Force ajoutée à celle de l'homme.*— Cette seule indication doit rappeler à tous les esprits les forces qui proviennent de l'emploi du vent, de l'eau, de la vapeur. Ce sont là, en effet, de grandes additions au pouvoir de l'homme, et nous en parlerons plus loin. Mais il existe en outre d'autres causes d'accroissement de la force humaine, d'autres causes qui font que la force naturelle d'un homme produit un effet bien plus considérable que si

elle eût agi sans leur secours, et c'est à elles qu nous devons borner nos observations pour l moment.

La construction des temples, des palais, des tombeaux, semble avoir occupé l'attention naissante des sociétés humaines, dès leurs premiers pas dans la civilisation. Ces énormes blocs de pierre, traînés péniblement hors des lieux où les avait déposés la nature, et devenus les instrumens de la grandeur ou de la piété du constructeur de ces édifices, excitent encore l'étonnement de la postérité long-temps après qu'ont été oubliés et le but de presque tous ces monumens, et le nom de leur fondateur. Pour mouvoir ces lourdes masses il a fallu différens degrés de force, suivant les connaissances mécaniques qu'ont pu posséder les ouvriers employés à leur transport. Car, dans une semblable opération, l'énergie du moteur nécessaire dépend entièrement des diverses circonstances dans lesquelles l'opération se trouve faite: c'est ce que montrera parfaitement l'expérience suivante, rapportée par Rondelet, *Art de bâtir.*

Elle fut faite sur une grosse pierre de taille du poids de 1,080 livres.

Pour traîner cette pierre sur une surface horizontale de même matière, grossièrement taillée, il a fallu une force de traction égale à 758 livres.

La même pierre, traînée sur des pièces de bois, a exigé une force de 652 livres.

La même, posée sur une plate-forme de bois, et traînée sur du bois, a exigé 606 livres de force; mais après avoir savonné les deux surfaces de bois qui glissaient l'une sur l'autre, il n'a fallu qu'un effort de 182 livres.

Cette pierre, posée sur des rouleaux de 3 pouces de diamètre, et mise en mouvement sur une surface de même matière, n'a exigé qu'un poids de 34 livr.

La même, roulant sur des pièces de bois, a cédé à un effort de 28 livres; et lorsque les rouleaux étaient placés entre deux pièces de bois, 22 livres suffisaient.

Il résulte de cette expérience, que pour traîner une pierre sur un sol de niveau, ferme et uni, il faut employer en force un peu plus des $\frac{2}{3}$ de son poids; les $\frac{3}{5}$ si la surface de tirage est en bois, $\frac{5}{9}$ si le mouvement est fait bois sur bois; et si l'on savonne les deux surfaces de bois, il ne faut plus que $\frac{1}{6}$. Mais si l'on fait usage de rouleaux, il faudra, lorsqu'ils seront placés immédiatement entre la pierre et le sol, un peu plus de la trente-deuxième partie du poids, et la quarantième partie s'ils roulent sur du bois; enfin, s'ils roulent entre deux surfaces unies, comme du bois, il ne faudra qu'environ la cinquantième partie même du poids pour opérer le mouvement. Ainsi, à chaque petit accroissement de science, comme à l'invention de chaque nouvel outil, le travail corporel de l'homme éprouve une diminution sensible. Celui qui imagina de por-

ter la pierre sur des rouleaux inventa un outil qui quintupla sa force; celui qui conçut le premier l'idée d'employer du savon ou de la graisse devint aussitôt capable de mouvoir, sans un plus grand effort, un poids au moins trois fois plus lourd qu'il ne le pouvait auparavant (1).

6. *Économie du temps de l'homme.*—C'est le second avantage résultant de l'emploi des machines dans les manufactures. Ses effets sont si importans et tellement étendus, que si nous avions voulu généraliser, nous aurions pu embrasser sous ce titre unique tous les avantages des machines. Mais, pour l'intelligence du sujet, il nous a paru plus convenable de mettre en évidence des principes moins étendus qui s'y rattachent également; et comme nous présenterons au lecteur, dans les pages suivantes, de nombreux exemples de l'économie du temps, nous nous contenterons, pour le moment, de donner quelques éclaircissemens sur ce principe universel.

Un exemple bien frappant de son application,

---

(1) Une preuve bien sensible de l'efficacité des matières graisseuses pour diminuer la résistance du frottement, c'est qu'à Amsterdam les conducteurs de traîneaux destinés au transport de grosses marchandises, portent à la main une corde trempée dans le suif, qu'ils étendent de temps en temps devant le traîneau, afin que celui-ci se graisse en passant par-dessus. (A)



c'est l'emploi de la poudre pour faire sauter les rochers. Avec le prix de quelques jours de travail, l'ouvrier peut acheter plusieurs livres de cette substance, et en les employant à l'objet que nous venons d'indiquer, souvent il obtient en un instant des résultats que, même avec les meilleurs outils, il ne pourrait obtenir qu'au bout de plusieurs mois.

Un des blocs tirés des carrières de pierre calcaire qui ont fourni les matériaux du mole de Plymouth avait 26 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur, 13 pieds de largeur, et 16 pieds de hauteur. Pour extraire cette masse qui cubait 4800 pieds, et qui pesait 400 tonnes environ, il ne fallut que trois coups de mine. On fit partir d'abord l'une après l'autre deux charges de poudre de 50 livres chacune, et placées dans des trous de treize pieds, dont le diamètre était de 3 pouces à l'entrée, et de 2 pouces $\frac{1}{4}$ au fond. Le troisième coup fut formé de 100 livres de poudre placées dans la fente qu'avaient produite les deux premiers coups. Ainsi chaque livre de poudre détacha du banc de carrière un poids de deux tonnes, ou à peu près 4500 fois son propre poids. La totalité de la poudre coûta 6$^{liv. st.}$ (150$^{fr.}$), à 7 p^{ce} $\frac{1}{2}$ environ (75^{c}) la livre. Le perçage des trous occupa deux hommes pendant un jour et demi, et coûta environ 9$^{sh.}$ (11$^{fr.}$). Le produit ainsi obtenu valait alors près de 45$^{liv. st.}$ (1150$^{fr.}$).

7. Une autre invention bien simple produit

une économie de temps considérable : c'est celle des tuyaux d'étain qui servent à transmettre la voix d'un appartement à un autre, et qui portent en un instant les ordres du chef aux parties les plus éloignées d'un établissement. Ce moyen est mis en pratique dans les boutiques et les fabriques de Londres, et pourrait être employé avec avantage dans l'intérieur des habitations, surtout dans les grandes maisons, où il servirait à transmettre les ordres, des appartemens où l'on élève les enfans jusqu'à la cuisine, ou de l'intérieur de la maison jusqu'à l'écurie. Cette disposition est doublement utile, et parce qu'elle économise tout le temps perdu par le domestique ou par l'ouvrier, pour recevoir des ordres, et surtout parce qu'elle dispense le maître de toute crainte de fatiguer son domestique; crainte qui l'engage souvent à se passer de quelque objet de peu d'importance, quand il sait que son domestique doit monter plusieurs étages pour savoir ce qu'il demande, puis redescendre, et remonter encore pour apporter ce qu'il veut. On n'a pas encore déterminé exactement la limite de l'étendue possible d'un semblable mode de communication, et ce serait un sujet intéressant de recherches. En admettant qu'il puisse s'appliquer à la distance qui sépare Liverpool de Londres, il s'écoulerait environ dix-sept minutes avant que les paroles prononcées à une des extrémités du tuyau parvinssent à l'autre bout.

8. L'art de couper le verre avec le diamant a subi, depuis quelques années, un perfectionnement d'une grande importance. Dans la méthode que l'on suivait il y a vingt ans, le diamant se plaçait dans un petit cercle conique en fer; avec cette disposition, l'apprenti vitrier trouvait beaucoup de difficulté à se servir de son instrument d'une manière sûre, et ce n'était qu'au bout de sept ans d'apprentissage que les ouvriers étaient censés assez adroits pour être employés tous indifféremment à ce travail. Ceci tenait à la difficulté de trouver l'angle précis sous lequel le diamant coupe, et de le guider sur le verre suivant l'inclinaison convenable, une fois cet angle trouvé. Un nouvel outil a permis d'économiser presque toute cette perte de temps et de verre détruit pour apprendre l'art de couper le verre. Le diamant est fixé dans une petite pièce carrée de cuivre, une de ses arètes étant à peu près parallèle à un des côtés du carré. Un ouvrier exercé tient cette arète du diamant serrée contre une règle, et essaie ainsi, en usant à chaque fois à la lime le côté du cuivre, jusqu'à ce qu'il ait trouvé que le diamant forme un trait net sur le verre. Alors le diamant et sa monture sont fixés sur une petite tige semblable à un crayon, au moyen d'un anneau qui permet un petit mouvement angulaire. De cette manière, le premier venu peut appliquer de suite l'arète taillante à son angle convenable, pourvu qu'il tienne le côté

du cuivre pressé contre la règle; et quand même la tige qu'il tient dans sa main dévierait un peu de l'angle voulu, il n'en résulte point d'irrégularité sensible dans la position du diamant, et le trait est manqué très rarement.

C'est un fait singulier que cette dureté relative du diamant suivant ses diverses inclinaisons. Un ouvrier expérimenté, dans le jugement duquel j'ai beaucoup de confiance, m'a rapporté qu'il avait vu aiguiser un diamant pendant trois heures avec de la poudre de diamant, et sur une meule de fonte, sans qu'on lui fit éprouver la moindre altération, tandis que ce même diamant, une fois son plan d'inclinaison changé par rapport à la surface aiguisante, eut son arète affilée très rapidement.

9. *Emploi des matériaux de peu de valeur.*—Les peaux employées par le batteur d'or sont des débris d'animaux. Les sabots des chevaux et des bestiaux, et d'autres rebuts de corne, sont employés à produire le prussiate de potasse, ce beau sel qui cristallise en jaune, et que l'on voit exposé dans la plupart de nos pharmacies. Les poêles et les vases d'étain de nos cuisines ont beau être tout usés, et abandonnés par l'étameur, qui ne peut plus les raccommoder, ce ne sont pas encore des objets entièrement sans valeur. Ces vieilles marmites d'étain, ces vieux paniers de fer pour le charbon, qui traversent nos rues, entassés dans

des charrettes, n'ont pas encore accompli leur carrière industrielle, tout troués, tout déchirés qu'ils sont. Les meilleurs morceaux sont découpés en petites bandes, percés de petits trous, et grossièrement enduits d'une couleur noire, pour l'usage du coffretier, qui en garnit les bords et les angles de ses caisses ; le reste est mené, hors de la ville, à nos manufactures de produits chimiques, qui l'emploient avec l'acidepyroligneux, pour préparer une teinture noire à l'usage des imprimeurs sur calicot.

10. *Outils.* — On ne peut guère fixer d'une manière précise la différence entre un outil et une machine ; cette distinction, au reste, n'est pas nécessaire pour une explication populaire de ces termes. Un outil est ordinairement plus simple qu'une machine ; on s'en sert généralement avec la main, tandis qu'une machine a fréquemment pour moteur ou un animal, ou la vapeur, l'eau, etc. Les machines les plus simples sont souvent composées d'un ou plusieurs outils placés dans un bâti, et mis en action par un moteur quelconque. Pour montrer les avantages des outils, nous allons commencer par quelques-uns des plus simples.

11. Arranger vingt mille aiguilles jetées au hasard dans une boîte, mêlées et embrouillées ensemble de toutes les manières possibles, et les arranger parallèlement l'une à l'autre, ce serait, au premier coup d'œil, un travail fort ennuyeux. Il est certain que s'il fallait séparer chaque aiguille

une à une, une occupation semblable emploierait plusieurs heures. Néanmoins, dans la fabrication des aiguilles cette opération doit se répéter plusieurs fois, et elle s'y exécute en quelques minutes, au moyen d'un outil très simple. C'est une petite caisse plate en tôle, dont le fond est légèrement concave : on y place les aiguilles, et on les secoue d'une manière particulière, en imprimant à la fois aux aiguilles un léger mouvement vertical, et à la boite un léger mouvement longitudinal. La forme des aiguilles facilite leur arrangement; car si l'on excepte le cas très invraisemblable où deux aiguilles se croisant l'une sur l'autre, formeraient un système d'équilibre parfait, toutes les aiguilles, en retombant dans le fond de la caisse, devront se placer d'elles-mêmes côte à côte, disposition favorisée par la forme creuse de la caisse; et comme d'ailleurs elles n'ont aucune partie saillante qui contrarie cette disposition, et qui leur permette de s'entremêler, au bout de trois ou quatre minutes de secousses continuelles, elles se trouvent toutes rangées en long. Alors on change le sens du mouvement; on donne bien aux aiguilles une impulsion verticale, mais l'on donne à la caisse une impulsion perpendiculaire au sens de la première, en sorte qu'en une minute ou deux, les aiguilles, déjà disposées dans le sens longitudinal, se rassemblent en masse contre un des côtés de la caisse, en ayant leurs pointes dirigées

vers son extrémité. On les enlève alors par centaines à la fois, au moyen d'une espèce de large spatule en fer, en les maintenant sur cette spatule avec l'index de la main gauche. Pendant la marche successive de la fabrication des aiguilles, il faut répéter plusieurs fois cet arrangement; et si l'on n'avait pas trouvé pour cette manœuvre une méthode économique et expéditive, les frais de fabrication des aiguilles eussent été beaucoup plus considérables.

12. Une autre opération de l'art de faire des aiguilles nous fournira l'exemple d'une invention des plus simples, que nous rangerons encore dans la classe des outils. Quand elles sont arrangées comme nous venons de le dire, il faut les séparer en deux paquets, pour mettre toutes les pointes dans le même sens. On emploie ordinairement à ce travail des femmes et des enfans. Au sortir de l'opération que nous venons de décrire, on place les aiguilles en tas sur une table, parallèlement à son bord, et devant chaque ouvrier. Celui-ci en fait rouler vers lui de cinq à dix avec l'index de sa main gauche; elles s'écartent un peu dans ce mouvement, et chacune, à son tour, est poussée à droite ou à gauche, suivant que son œil se trouve d'un côté ou de l'autre. Telle est la manière ordinaire d'opérer; et, comme on voit, chaque aiguille y passe séparément sous le doigt de l'ouvrier. Un petit changement abrége

considérablement ce travail. L'enfant qui l'exécute, s'enveloppe l'index de la main droite d'un petit capuchon de drap, et quand il a fait rouler du tas six ou douze aiguilles, il les tient pressées avec l'index de la main gauche, et en même temps appuie fortement sur leurs pointes avec l'index de la main droite. Les aiguilles dont les pointes sont tournées à droite piquent dans le petit capuchon, sont enlevées légèrement par l'enfant, qui cesse de presser de sa main gauche, et repoussées au tas de gauche. Celles dont l'œil est à droite, ne piquent pas dans le petit morceau de drap : elles sont repoussées au tas de droite; puis l'opération recommence. Par cette invention bien simple, chaque mouvement du doigt, dans un sens ou dans l'autre, met cinq ou six aiguilles au tas suivant le sens convenable. Dans l'ancienne manière, l'ouvrier n'en remuait souvent qu'une à la fois, et bien rarement en mettait-il plus de deux ou trois à leur place par un seul mouvement.

13. Les arts présentent plusieurs opérations où une troisième main serait très utile à l'ouvrier, et, dans ce cas, des outils ou des machines de la plus simple construction viennent à son aide. Tels sont les étaux de différentes formes, où l'objet à travailler est saisi et tenu en place au moyen d'un pas de vis; ce genre d'outil est employé dans tous les ateliers. Un exemple plus frappant encore se rencontre dans l'art du cloutier. Certaines

espèces de clous, par exemple ceux dont on garnit les semelles des gros souliers, doivent avoir des têtes d'une forme particulière qui se font à l'emporte-pièce. L'ouvrier tient à la main gauche la petite tige de fer rouge dont il fait ses clous; de l'autre il frappe avec son tranchet le bout de ce fer sur un seul point, en coupe la longueur convenable, et, sans la détacher, la place à peu près d'équerre sur le reste de la tige; puis il la fait entrer dans un trou pratiqué dans une petite enclume portative. Celle-ci est placée directement sous un marteau lié à une pédale, et qui porte sur sa surface inférieure l'empreinte de la forme de tête demandée; de sorte que, dès que l'ouvrier a façonné à peu près la tête avec son petit marteau à main, il remue la pédale avec le pied, et fait tomber le gros marteau, qui achève la tête. Un autre coup, produit par un second mouvement de la pédale, chasse le clou fini du trou où il était tenu. Si l'ouvrier ne se servait pas ainsi de son pied comme d'une troisième main, il serait probablement obligé de donner deux chauffes à ses clous.

14. Un autre exemple de la substitution des outils à la main de l'homme, exemple heureusement moins général que les précédens, c'est celui où ils servent à faciliter le travail des individus privés, par naissance ou par accident, de quelques-uns de leurs membres: telle est la fabrique ingénieuse de souliers à la mécanique, que nous

devons au génie fécond de M. Brunel. Ceux qui ont eu l'occasion de la visiter ont dû y remarquer une foule d'opérations où l'ouvrier est mis en état d'exécuter sa tâche avec précision, sans que la perte d'un bras ou d'une jambe le gêne aucunement. A Liverpool il existe un exemple semblable, à l'Institution des aveugles : une machine à faire des ceintures au métier occupe les aveugles qui demeurent dans cet établissement, et l'on dit qu'elle a été imaginée par une personne aveugle elle-même. On pourrait encore citer d'autres exemples d'inventions destinées à l'usage, à l'amusement, à l'instruction des personnes de la classe aisée, affectées d'incommodités semblables. Ces triomphes d'adresse et d'habileté méritent notre admiration de toutes manières, soit qu'ils aient pour but d'adoucir les justes regrets causés par des accidens ou par des imperfections naturelles, soit qu'ils procurent au riche de l'occupation et des connaissances, ou qu'ils soient destinés à soulager le pauvre, déjà assez tourmenté par le besoin et la misère.

15. *Division des Machines et de leurs objets divers.* —Considérées dans leurs principes fondamentaux, les machines peuvent se séparer en deux divisions, bien inégales, il est vrai, quant au nombre des machines que chacune contient. Ce sont : 1°. les *machines employées à produire de la force;* 2° *les machines qui ont simplement pour but de trans-*

mettre la force et d'exécuter un travail. La première de ces divisions est d'une haute importance. Elle ne contient que peu d'espèces différentes, quoique ces espèces aient de nombreuses subdivisions.

Quant à la classe d'agens mécaniques qui transmettent le mouvement, comme le levier, la poulie, le coin et tant d'autres machines, il est démontré depuis long-temps que leur emploi ne produit aucune nouvelle force, quel que soit leur mode de combinaison. En général, *toute force appliquée à un point peut seulement être reproduite à un autre point, diminuée de tout ce que lui ont enlevé le frottement ou d'autres causes accidentelles.* De plus, il a été prouvé par l'expérience que, *dans l'exécution, tout ce qui est gagné en temps est perdu en force.* Ces deux principes, depuis long-temps mis hors de doute, ne peuvent se graver trop profondément dans l'esprit. Mais, en nous tenant dans les limites du possible, nous sommes encore, nous espérons le prouver, en possession d'un vaste champ de découvertes inépuisables et d'avantages tirés de l'adresse du mécanicien; avantages qui ne commencent qu'à peine à exercer leur influence sur nos arts, et qui peuvent acquérir un développement sans bornes, en contribuant au perfectionnement, à la richesse, et au bonheur de l'espèce humaine.

16. Les machines qui servent à produire de la force sont sans contredit des acquisitions immen-

ses pour nous. Néanmoins, nous devons le remarquer, dans celles de ces machines qui dépendent de l'eau et du vent, ces deux grands principes moteurs, nous ne faisons qu'employer des corps mis en mouvement par la nature. Nous changeons la direction de ce mouvement de manière à le faire servir à nos desseins; mais nous n'ajoutons ni ne diminuons rien à la quantité de mouvement primitivement existante. Lorsque nous exposons obliquement les ailes d'un moulin à l'action du vent, nous arrêtons la vitesse d'une petite partie d'un courant d'air, et nous changeons son mouvement rectiligne en un mouvement rotatoire, celui des ailes du moulin. Nous modifions ainsi la direction d'une force, mais nous ne créons pas de pouvoir mécanique. La même observation peut être faite sur les voiles d'un navire : la quantité de mouvement qu'elles impriment est précisément égale à celle qui est détruite dans le courant d'air qui vient les frapper. Si nous profitons d'une chute d'eau pour faire tourner une roue, nous nous approprions une puissance qui, au premier coup d'œil, semble à jamais perdue d'une manière irrévocable par la nature ; mais, par un examen plus attentif, nous verrons que cette perte est continuellement réparée, indépendamment de notre intervention. Le fluide qui tombe d'un point plus élevé vers un point plus bas, porte avec lui l'excès de vitesse due à sa ré-

volution avec la terre, à une plus grande distance de son centre ; il devra donc par sa descente accélérer, quoique d'une quantité infiniment petite, la rotation diurne de notre globe. La somme de ces petits accroissemens de vitesse, provenant de la descente de toutes les chutes d'eau vers la surface de la terre, deviendrait sensible avec le temps, sans le procédé de l'évaporation dont la nature se sert pour ramener les eaux à leur source, et pour détruire, par cet éloignement compensateur d'une partie de la masse à une plus grande distance du centre, l'excès de vitesse engendré par celle qui s'en était trop approchée précédemment.

17. Un autre principe fécond de pouvoir mécanique, c'est la force de la vapeur ; mais, dans ce cas même comme dans les précédens, on ne peut prétendre qu'il y ait création de pouvoir mécanique. La combustion d'une substance inflammable convertit l'eau en vapeur élastique : les altérations chimiques ainsi produites jettent continuellement dans l'atmosphère d'énormes quantités d'acide carbonique et d'autres substances nuisibles à l'économie animale. La nature doit nécessairement décomposer ces élémens et les rendre à leur forme solide : par quels moyens ? c'est ce que nous ne savons pas d'une manière bien précise ; mais ce qui est certain, c'est que si cet effet devait être accompli par une opération mécanique, il faudrait, pour l'obtenir, une force au moins

égale à celle produite par le phénomène primitif de la combustion. Ainsi, nous devons le reconnaître, l'homme ne crée point de la force; mais, profitant de sa connaissance des secrets de la nature, il peut appliquer ses talens à détourner, pour ses propres besoins, une petite portion bien limitée de ce pouvoir infini; et quand il emploie l'action régulière de la vapeur, quand il se sert des effets plus terribles et plus instantanés de la poudre, il ne fait que produire, sur une petite échelle, ces décompositions et recompositions que produit incessamment la nature par un travail contraire, pour rétablir cet équilibre immense qui règne inaltérable jusque dans les parties les plus éloignées de notre système. L'homme, dans ses travaux, a quelque chose de son Créateur. Ses efforts sont petits, mais bien énergiques pour la courte durée de son existence; tandis que la nature, qui ne connaît de bornes ni dans le temps ni dans l'espace, poursuit éternellement le cours silencieux et irrésistible de ses immenses travaux.

18. De ce grand principe établi plus haut, que toute combinaison de moyens mécaniques quelconques ne peut augmenter la force d'une machine donnée qu'aux dépens du temps employé à produire l'effet demandé, on pourrait peut-être conclure que ces combinaisons ingénieuses sont d'une faible utilité dans la pratique; ce serait tou-

tefois une grande erreur, puisque c'est la variété infinie de ces inventions qui nous permet d'obtenir de toute espèce de force employée son *maximum* d'effet. Sans doute il existe une limite au-dessous de laquelle on ne peut réduire la force nécessaire pour produire un effet donné; mais il est bien rare que la première méthode mise en usage approche de cette limite, même de loin. Supposons qu'il s'agisse de fendre le tronc noueux d'un arbre pour en faire du bois à brûler : quelle différence dans les quantités de temps dépensées à ce travail, suivant l'outil employé pour l'exécuter! la hache ou la cognée diviseront le tronc en petits morceaux, mais avec une dépense considérable du temps de l'ouvrier; la scie remplira le même objet plus promptement et plus complètement; le coin agira en moins de temps encore, et remplacera la scie avec avantage; enfin si les circonstances sont favorables, si l'ouvrier est adroit, le temps et la dépense pourront être encore réduits par l'explosion de quelques coups de mine disposés convenablement dans le bloc.

19. Pour mouvoir des masses considérables de matière, il faut une certaine dépense de force dont l'emploi, ménagé avec plus ou moins d'économie, règle le prix du transport. Cependant il est des peuples qui sont parvenus à un haut degré de civilisation, sans avoir approché de la limite de l'économie possible sur ce point. On transporte à

la Chine, dans des paniers, le coton de Java non séparé de sa graine; en sorte que le coton proprement dit n'est que le quart du poids transporté. Ceci peut s'expliquer peut-être par le manque de machines, à Java, pour séparer la graine, ou par la différence du prix de cette opération dans les deux pays; mais il y a plus : le coton emballé par les Chinois occupe trois fois autant d'espace en volume que la même quantité en poids emballée par les Européens; d'où il suit que le fret d'une quantité donnée de coton coûte aux Chinois douze fois le prix auquel ce même fret pourrait être réduit par une application convenable des procédés de la mécanique pratique (*).

(1) Crawfurd, *Description de l'archipel Indien*.

CHAPITRE II.

Des moyens d'accumuler de la force.

20. Toutes les fois que l'exécution d'un travail quelconque exige plus de force qu'on n'en peut produire pendant le temps nécessaire à son accomplissement, il faut recourir à quelque procédé mécanique pour amasser, pour condenser en quelque sorte une portion de force développée avant le commencement de l'opération. Cet objet est généralement rempli par l'emploi d'un volant, c'est-à-dire d'une roue dont la jante est très pesante; de sorte que la plus grande partie de son poids se trouve à la circonférence. Il faut une application de force énergique et assez prolongée, pour imprimer à cette roue un mouvement rapide; mais une fois cette vitesse obtenue, ses effets deviennent extraordinaires, si sa puissance est concentrée sur un petit objet. Dans quelques-unes de nos forges, où la machine à vapeur est un peu trop faible pour le système de laminoirs qu'elle doit faire tourner, on met la machine en mouvement un peu avant que le fer qu'on travaille dans le four ne soit prêt à passer au laminoir, et on la laisse ainsi marcher avec une grande vitesse, jusqu'à ce

que le volant ait acquis une vélocité presque effrayante pour les personnes étrangères à ces sortes d'établissemens. Quand la masse de fer rouge passe dans la première cannelure du laminoir, la machine éprouve un temps d'arrêt bien sensible ; à chaque passage aux cannelures suivantes, sa vitesse diminue jusqu'à ce que la barre de fer soit réduite à une dimension telle que le pouvoir ordinaire de la machine suffise pour achever son laminage.

21. Voici un exemple curieux de la puissance d'un volant considérable, quand sa force est concentrée sur un seul point. Le fait a été observé dans un de nos plus grands établissemens. Le propriétaire de cette usine montrait à un ami l'appareil qui sert à percer des trous dans des plaques de fer, pour les chaudières à vapeur. Il tenait dans sa main un morceau de tôle de trois quarts de pouce d'épaisseur, et le présentait sous l'*emporte-pièce*. Après avoir percé quelques trous, il remarqua que le mouvement de l'emporte-pièce se ralentissait de plus en plus : il appela aussitôt le machiniste pour savoir la cause de ce retard si sensible dans la marche de la machine à vapeur, moteur général de l'usine. Il se trouva que cette machine à vapeur avait été séparée du volant et de la machine à percer, au moment même où l'expérience avait été commencée. Ainsi le volant seul avait effectué l'opération, par l'impulsion antérieure qu'il avait reçue.

22. Un autre moyen d'accumuler de la force

consiste à élever un poids, qu'on laisse ensuite retomber. Un homme, armé d'une pesante masse, frapperait long-temps et à coups répétés sur la tête d'un pieu, sans produire le moindre effet. Mais s'il élève une masse plus pesante à une plus grande hauteur, la chute de cette masse, quoique répétée moins souvent, produira l'effet voulu, et le pieu s'enfoncera sans difficulté.

Quand le coup donné à une masse considérable de matière, comme un pieu, n'est pas un coup très fort, l'élasticité imparfaite de la matière absorbe une petite quantité de force qui se trouve perdue dans la transmission du mouvement d'une particule à la suivante : il peut donc arriver que toute la force communiquée à une extrémité de la masse soit ancantée entièrement avant d'atteindre l'autre extrémité.

23. On connaît généralement les effets de la poudre qui permet de concentrer une force immense dans un petit espace. Quoique ces effets ne se rattachent pas strictement au sujet de ce chapitre, cependant ils sont si surprenans dans certaines circonstances, qu'on m'excusera, je l'espère, de chercher à les expliquer. Un fusil chargé à balle ne repousse pas autant que le même fusil chargé avec du plomb de chasse; et parmi les diverses sortes de plomb, c'est le numéro le plus petit qui repousse le plus à l'épaule. Un fusil chargé d'un poids de sable égal à celui d'une charge de

plomb à bécassine, repousse encore plus. Si, en chargeant le fusil, on laisse un peu de vide entre sa charge et la bourre, le fusil repousse très violemment ou crève souvent même. Enfin si l'ouverture du canon a touché la terre par hasard, de manière à être bouchée avec de la terre grasse, ou même simplement avec de la neige, ou si l'on tire avec le bout du fusil plongé dans l'eau, il arrive toujours que le canon éclate.

La cause unique de ces effets contradictoires en apparence, c'est que toute force a besoin d'un certain *temps* pour produire son effet; et s'il faut au gaz élastique subitement créé, moins de temps pour briser les parois du canon, que pour comprimer l'air qui est près de la bourre, et pour chasser par le ressort de cet air comprimé l'obstacle hors de la bouche du fusil, le canon devra éclater. Quelquefois ces deux forces se balancent presque également, de sorte que le canon s'enfle seulement, l'obstacle cédant avant que le fusil ne crève.

On comprendra facilement l'exactitude de cette explication, en suivant pas à pas les divers effets qui se produisent quand on décharge un fusil chargé de poudre contenue par une bourre cylindrique, et dont l'ouverture est bouchée avec de la terre grasse ou toute autre matière susceptible d'offrir une certaine résistance. Dans ce cas, le premier effet de l'explosion est de produire une énorme pression sur tout ce qui l'environne, et de faire

avancer la bourre de quelques lignes. Supposons que tout reste en repos à ce moment, et examinons la situation des choses. Une partie de l'air, en contact immédiat avec la bourre, se trouve comprimée ; et, si la bourre restait en repos, bientôt tout l'air contenu dans le tube acquerrait une densité uniforme. Mais pour cela il faudrait nécessairement un petit intervalle de temps ; car la condensation imprimée à l'air qui touche la bourre devait se transmettre, avec la vitesse du son, jusqu'à l'autre bout de la colonne d'air, d'où elle se réfléchirait en arrière, et il se formerait une suite d'ondes qui, aidées par le frottement des parois, détruiraient à la fin le mouvement imprimé.

Mais tant que la première onde n'a pas touché l'obstacle placé à la bouche du canon, l'air ne peut exercer sur lui aucune pression. Si donc la vitesse communiquée à la bourre est beaucoup plus grande que celle du son, l'air placé immédiatement devant elle pourra déjà éprouver une très forte condensation avant qu'aucune résistance sensible soit transmise à la bouche du canon ; et dans ce cas, la répulsion mutuelle des molécules d'air ainsi comprimées opposera une véritable barrière au mouvement progressif de la bourre.

Si cette explication est exacte, l'augmentation du recul, dans un fusil chargé de plomb de chasse ou de sable, peut tenir peut-être en partie à la condensation de l'air enfermé entre les globules

de sable ou de plomb ; mais elle tient surtout à ce que l'explosion imprime aux matières en contact immédiat avec la poudre une vitesse plus grande que la vitesse avec laquelle une vibration se transmet dans l'intérieur de ces matières. Ceci expliquerait la réussite d'une méthode qui consiste à remplir de sable la partie du coup de mine au-dessus de la poudre, au lieu de la bourrer de terre grasse. Peut-être pourrait-on prétendre que la rupture du canon de fusil est une suite de la propriété qu'ont les fluides en général, et peut-être aussi le sable et le petit plomb jusqu'à un certain point, de presser également dans tous les sens, et d'exercer ainsi un effet énergique contre une grande partie de la surface intérieure du canon. Mais le contraire semble prouvé par les récits de Le Vaillant et des autres voyageurs, qui, pour prendre les oiseaux sans gâter leur plumage, chargeaient d'eau le canon de leurs fusils, au lieu d'y mettre une charge de plomb.

24. Le même raisonnement explique un phénomène curieux que présente l'explosion bien plus énergique d'une autre matière. Quand on pose sur une enclume un peu de poudre fulminante, et qu'on lui donne un petit coup sec avec un marteau, la poudre fait explosion : mais au lieu de briser le marteau ou l'enclume, elle ne fait qu'attaquer la surface de ces deux objets qui est en contact immédiat avec elle. Dans ce cas, la vitesse imprimée

par le gaz élastique qui se dégage est plus grande que celle des vibrations dans l'acier; les molécules de la surface sont poussées violemment par l'explosion contre les molécules intérieures adjacentes, et quand la force primitive a cessé d'agir, celles-ci repoussent les premières avec tant de force, qu'elles les chassent hors des limites de l'attraction moléculaire, et les font tomber en poudre extrêmement ténue.

25. Une autre expérience qui réussit facilement, consiste à percer une planche de sapin, en mettant dans un fusil, au lieu de balle, un bout de chandelle, qui est un mélange de graisse et de suif. Cette expérience s'explique de même, en concevant que la vitesse du transport de la chandelle dans le sapin est plus grande que celle d'une vibration transmise dans le mélange dont elle est formée.

25 *. Quelquefois la chaudière d'une machine à vapeur éclate, pendant que la vapeur sort de la soupape de sûreté. Si, dans la chaudière, l'eau se trouve jetée sur une partie rouge des parois, la vapeur formée immédiatement autour de ce point se dilate avec une vitesse plus grande que celle des vibrations qui se transmettent dans le reste de la vapeur élevée à une moindre température. Conséquemment les molécules de vapeur sont pressées violemment l'une contre l'autre, et un obstacle invincible se forme comme dans le cas où l'on décharge un fusil. Si la soupape de

sûreté est fermée, elle retiendra quelque temps la pression ainsi engendrée, et quand même elle serait ouverte, l'échappement de vapeur peut n'être pas assez rapide pour faire disparaître tout obstacle. Il doit donc exister momentanément dans la chaudière des pressions d'énergie différente, et qui varieront depuis la pression qui suffit pour lever la soupape de sûreté, jusqu'à celle qui peut ouvrir la chaudière elle-même, si son action embrasse un espace de temps même très petit.

26. Cette explication ne doit cependant être admise qu'avec précaution; et peut-être, en poussant ce raisonnement à ses conséquences extrêmes, comprendra-t-on bien la nécessité de l'examiner avec soin. Il conduirait à penser, quoique ce ne soit pas une conséquence nécessaire, qu'on pourrait faire un fusil assez long pour qu'il éclatât sans qu'il y eût le moindre obstacle à son ouverture. Ou bien on pourrait conclure de ce que nous avons dit, que si l'on faisait le vide dans un canon une fois chargé, quand même son ouverture resterait bouchée, il n'éclaterait pas. Enfin le même raisonnement semble indiquer que, dans l'air, ou dans tout autre milieu élastique doué d'une certaine résistance, on pourrait lancer un corps avec une telle force, qu'après y avoir pénétré jusqu'à une certaine distance, il retournerait dans la direction même où il avait été projeté.

CHAPITRE III.

Des moyens de régulariser l'emploi de la force.

Une marche uniforme et sûre est une condition essentielle de l'action et de la durée d'une machine quelconque. Comme exemple de ce principe, il suffit de nommer le modérateur de la machine à vapeur, ingénieuse invention que doivent se rappeler de suite les personnes familières avec les détails de cette admirable machine. Partout où l'excès de la vitesse d'une machine quelconque pourrait avoir des suites dangereuses ou nuisibles, le modérateur est utilement appliqué; et cet appareil sert à la fois de régulateur à la roue d'eau qui met en mouvement nos filatures, comme au moulin à vent qui dessèche nos marais. Au *dock* de Chatham on l'emploie à régulariser la descente d'un grand plateau sur lequel on élève des pièces de bois; mais comme le poids de ce plateau est très considérable, on diminue encore la vitesse du modérateur en lui faisant exécuter sa rotation dans une caisse remplie d'eau.

28. On voit dans le comté de Cornouailles une autre invention fort ingénieuse pour régu-

lariser le nombre de coups d'une machine à vapeur : on l'appelle la *cataracte*. Elle consiste à régler ce nombre de coups par le temps nécessaire pour remplir une caisse plongée dans l'eau, dont la soupape d'admission est plus ou moins ouverte, à la volonté du machiniste.

29. La régularité avec laquelle le combustible est fourni aux foyers des chaudières, contribue aussi à l'uniformité du mouvement des machines à vapeur, et diminue en même temps la consommation du charbon. Cette régularité d'*alimentation* a été l'objet de plusieurs brevets, dont le principe général consiste à alimenter le foyer à des intervalles réguliers, au moyen d'une trémie remplie d'une certaine quantité de combustible, et à diminuer cette charge quand la machine s'accélère. Un avantage accidentel de ce mode d'opérer, c'est qu'en ne mettant à la fois que de petites quantités de charbon, la fumée est entièrement consumée. Quelquefois aussi les registres des cendriers et des cheminées des machines à vapeur sont unis aux parties en mouvement de la machine, de manière à devenir eux-mêmes des régulateurs de son accélération.

30. Une autre invention également destinée à régler le mouvement des machines, c'est une espèce de girouette ou de petit volant qui présente de larges surfaces à l'action de l'air. Ce petit volant tourne rapidement, et acquiert ainsi un

mouvement uniforme qui ne peut guère varier, parce que toute augmentation dans la vitesse du volant produirait une augmentation bien plus grande dans la résistance de l'air frappé par sa révolution. C'est ainsi qu'est réglé l'intervalle des coups des horloges à sonnerie; intervalle qui se modifie à volonté, en donnant aux bras du petit volant une obliquité plus ou moins sensible relativement au plan dans lequel ils se meuvent. C'est ce même genre de volant qu'on emploie dans toutes les espèces de petites machines; et, comme le grand volant ordinaire, il est à la fois un destructeur et un conservateur de force. Enfin c'est encore lui qu'on emploie comme régulateur pour les boîtes à musique, et pour les petites mécaniques qui servent de jouet aux enfans.

31. Ce mouvement d'un volant ou d'une girouette m'inspire l'idée d'un instrument destiné à mesurer la hauteur des montagnes, qui mérite peut-être qu'on l'essaie; car, s'il réussissait passablement, il serait beaucoup plus facile à transporter qu'un baromètre. On sait que le baromètre indique le poids d'une colonne d'air ayant pour base l'ouverture inférieure du tube barométrique et pour hauteur celle de l'atmosphère. On sait aussi que la densité de l'air qui entoure le baromètre dépend à la fois du poids de l'air supérieur et de la température de l'air dans le lieu où se fait l'expérience. Si donc on peut mesurer la densité de

cet air et sa température, on en déduira par le calcul la hauteur de la colonne de mercure que sa pression peut soutenir dans le baromètre. La température de l'air est indiquée immédiatement par le thermomètre. Sa densité pourrait s'obtenir au moyen d'une montre et d'un petit instrument qui compterait le nombre de tours faits par une girouette mue par une force constante. Moins l'air où tournerait la girouette serait dense, et plus grand serait le nombre de tours qu'elle ferait dans un temps donné. On pourrait d'avance faire des expériences dans des vases remplis d'air plus ou moins raréfié, et en déduire, par le calcul, des tables qui, pour une température de l'air et un nombre de révolutions donnés, indiqueraient la hauteur correspondante du baromètre (1).

---

(1) Je conseillerai aux personnes qui pourraient vouloir faire quelques expériences sur cet instrument, ou sur tout autre, de lire la section qui traite de l'*art d'observer,* dans l'ouvrage intitulé *Observations sur la décadence des sciences en Angleterre.* (A).

Cet instrument serait probablement très peu susceptible de donner des résultats exacts. Le moindre vent exercerait sur lui une action sensible, et il serait sans doute difficile d'assurer la parfaite constance du moteur dans les expériences comparées. (T.)

CHAPITRE IV.

Des moyens d'accroître ou de diminuer la vitesse.

32. La fatigue produite sur les muscles du corps humain ne dépend pas uniquement de la quantité de force dépensée dans chaque effort distinct; elle dépend en grande partie de la répétition de ces mêmes efforts. La quantité de force nécessaire pour effectuer un travail manuel quelconque peut se diviser en deux parties : 1° la quantité nécessaire pour mouvoir et faire travailler l'outil ou l'instrument; 2° la quantité nécessaire pour mouvoir un des membres de l'individu qui agit. Prenons pour exemple l'action d'enfoncer un clou dans une pièce de bois : elle exige deux quantités de force différentes, l'une pour lever le marteau et le pousser contre le clou, l'autre pour lever le bras qui tient le marteau. Si celui-ci est très pesant, la première quantité de force sera la plus considérable; mais si le marteau est léger, l'action de lever le bras produira le plus de fatigue. Ainsi des opérations qui n'exigent que peu de force peuvent devenir fatigantes si elles se répètent souvent, et plus fatigantes même qu'un travail pénible mais

de courte durée. On doit aussi remarquer qu'il y a un degré de vitesse tel, que l'action des muscles ne peut le dépasser sans inconvénient.

33. Coulomb a cherché à déterminer quelle est la charge la plus avantageuse pour un homme qui monte un escalier en portant du bois sur ses épaules. De ses expériences il résulte qu'un homme qui monterait l'escalier sans fardeau, puis, en descendant, éleverait par le moyen d'une poulie et de son propre poids la charge qu'il pourrait porter, ferait autant d'ouvrage dans sa journée que quatre hommes employés de la manière ordinaire, avec le mode de chargement le plus favorable.

34. C'est un objet d'une haute importance à la guerre, que la relation qu'il convient d'établir entre la vitesse de l'homme ou de l'animal qui transporte un fardeau, et le poids de ce même fardeau. Dans les travaux ordinaires, pour obtenir le plus grand effet possible, il est aussi très important de bien proportionner ensemble trois choses : le poids de la partie du corps de l'animal qui est en mouvement, le poids de l'outil qu'elle meut, et la répétition de ce même effort. Voici un exemple de l'économie de temps produite en faisant exécuter au bras, par un seul mouvement, deux opérations au lieu d'une. Il est tiré de l'art de fabriquer des ferrets pour les lacets des bottines. Ces ferrets sont en fer-blanc très mince, et se faisaient autrefois

en découpant dans de grandes bandes de fer-blanc des morceaux de dimensions convenables, pour envelopper exactement le lacet, et les pliant ensuite autour de celui-ci. Dans le procédé nouveau, les ciseaux du découpeur sont garnis de deux pièces d'acier, qui plient en forme demi-cylindrique chaque morceau de fer-blanc, à mesure qu'il est découpé. Cette opération, effectuée ainsi par le même mouvement du bras qui découpe, n'exige qu'une addition de force presque inappréciable, et ce sont ordinairement des enfans ou des femmes qui l'exécutent. Avec ce petit perfectionnement on produit, dans un temps donné, trois fois autant de fers à lacets que par l'ancien procédé, et même un peu plus.

35. Quand il s'agit d'un travail peu pénible, il faut augmenter la vitesse pour économiser le temps. Il serait sans doute fort long et fort ennuyeux de filer la laine en tordant les fibres avec les doigts. Dans le rouet à filer ordinaire, le mouvement du fil autour du fuseau est accéléré par une invention bien simple, et qui consiste à réunir par une corde à boyau ce fuseau avec une grande roue que fait aller le pied; en sorte que le fuseau va très vite, quoique le pied se meuve assez lentement. Ce même mode d'augmenter la vitesse a été employé dans beaucoup de circonstances, par exemple dans les grands magasins de vente de rubans en détail, où il faut souvent les dérouler

et les enrouler ensuite; opération encore assez fatigante avec ce moyen de l'abréger, et qu'il serait autrement impossible de répéter aussi fréquemment. Enfin c'est par une machine déduite du même principe, mais plus compliquée sous beaucoup de rapports, que sont arrangées ces jolies petites pelotes de coton à coudre qui se vendent à si bas prix dans nos boutiques.

36. Passons des petits instrumens aux machines plus fortes et plus importantes, et nous trouverons des exemples plus frappans de l'économie produite par l'augmentation de la vitesse. Dans l'opération par laquelle on convertit la fonte en fer, une masse de métal pesant un quintal environ, et chauffée au rouge blanc, est placée sous un lourd marteau mû par l'eau ou par la vapeur. Ce marteau est soulevé par une pièce saillante fixée sur un arbre tournant, et si son pouvoir dynamique résultait uniquement de la hauteur de chute qu'on peut lui donner, les intervalles entre les coups seraient beaucoup trop longs : car, pour la bonté du résultat, il est important que la masse de métal fondu reçoive, avant de se refroidir, autant de coups qu'il est possible. Cette accélération s'obtient en donnant à la pièce saillante ou *came* une forme telle, que le marteau, au lieu d'être élevé lentement à une petite hauteur, est jeté de bas en haut par une sorte de secousse, et va frapper contre une grosse pièce de bois qui agit comme

un puissant ressort, et le rejette sur la masse de fer avec tant de vitesse, que l'on peut ainsi donner un nombre de coups double, dans un temps donné (1). Cette vitesse est même encore augmentée dans les petits martinets, où la queue du martinet frappant avec force contre une petite masse d'acier fixe, rebondit si promptement, que le nombre de coups va jusqu'à trois cents et même cinq cents par minute. Ce procédé a été appliqué récemment à la fabrication des ancres, art difficile dans lequel une semblable invention est d'une bien plus grande importance.

37. Dans la fabrication des faux, le forgeron est obligé de changer rapidement de position pour porter successivement sur l'enclume chaque partie de la lame. C'est ce qu'il fait sans peine en se plaçant dans un siége suspendu par des cordes au plancher, de sorte qu'avec un faible effort, en poussant son pied contre le bloc qui supporte l'enclume, il s'en éloigne ou s'en approche à volonté.

38. Quelquefois une opération n'est possible qu'à l'aide d'une augmentation de vitesse. Ainsi un patineur peut passer avec une grande vitesse sur une partie de glace qui ne pourrait supporter son poids, si son mouvement était moins accéléré.

(1) Cet exemple s'applique spécialement à la fabrication du fer au marteau, suivant l'ancien procédé. (T.)

Ceci tient à ce qu'il faut un certain temps pour que la glace rompe. Aussitôt que le poids du patineur commence à agir sur un point, la glace, soutenue par l'eau, plie lentement sous lui; mais si le patineur se meut avec une grande vitesse, il est bien loin de l'endroit sur lequel il a pesé un instant, avant que la glace ait assez plié pour atteindre le degré de courbure où elle doit nécessairement rompre.

39. On observerait un effet semblable sur le mouvement des bateaux, si on pouvait leur imprimer une vitesse considérable. Supposons un bateau à fond plat, dont l'avant forme un certain angle avec ce fond, et supposons ce bateau en repos dans une eau tranquille. Si nous concevons qu'une force considérable le pousse soudainement en avant, la forme inclinée de sa partie d'avant le soulevera dans l'eau; et si cette force motrice était une force immense, le bateau lui-même pourrait sauter tout entier de l'eau, et avancer par une série de bonds ou de ricochets, comme une ardoise ou une écaille d'huître.

Si la force n'était pas assez puissante pour faire sauter le bateau hors de l'eau, mais seulement pour soulever le fond du bateau jusqu'à la surface, alors son mouvement deviendrait une sorte de glissement extrêmement rapide. Car à chaque point de la course il faudrait un certain temps pour qu'il prît dans l'eau son tirant ordinaire; mais avant que ce temps eût pu s'écouler, le bateau serait déjà arrivé sur un autre point, et se trouverait soulevé par la

réaction de l'eau contre le plan incliné de sa partie d'avant.

40. Cette observation singulière, que les corps mus avec une grande vitesse n'ont pas le temps de developper tout l'effet de leur poids, semble expliquer une circonstance qui autrement est tout-à-fait inconcevable. Quelquefois il arrive que les roues d'une voiture renversent des piétons, et passent sur leur corps sans leur faire un mal sensible, quoique le poids de cette même voiture, s'il fût resté sur leur corps seulement quelques secondes, les eût fait périr à l'instant. Si notre raisonnement est exact, dans ce cas, la partie la plus exposée du corps de l'individu renversé est celle qui se trouve frappée par la roue de devant.

41. Une opération où la rapidité d'exécution est très essentielle, c'est celle qui consiste à élever les produits de nos mines jusqu'à la surface du sol. L'établissement des puits destinés à ce travail coûte des sommes énormes, et l'on doit désirer d'en limiter le nombre autant qu'il est possible. En conséquence la matière extraite est élevée par des machines à vapeur avec une vitesse considérable; et sans cette vitesse, plusieurs de nos mines ne pourraient être exploitées avec le moindre bénéfice.

42. On voit parfaitement l'effet d'une grande vitesse pour modifier la forme d'une matière douée d'une certaine cohésion, dans une opération de

la fabrication du verre à vitres, que l'on nomme l'*aplatissage*, et qui est l'une des plus curieuses opérations que présentent les arts. Un ouvrier plonge dans le creuset son tube en fer, le charge de quelques livres de matière fondue, et souffle une grosse boule réunie au tube par un petit col creux très épais. Alors un autre ouvrier fixe sur cette boule, et du côté opposé à ce col, une tige de fer dont l'extrémité a été plongée dans la matière en fusion, et quand cette tige est solidement fixée, on sépare, par l'injection de quelques gouttes d'eau froide, le col de la boule d'avec le tube de fer. La tige qui porte maintenant la boule est présentée à l'ouverture d'un four rouge, et on la fait tourner lentement sur elle-même, de manière à chauffer la boule uniformement. Cette opération a pour premier effet de ramollir la boule, de l'aplatir, et d'élargir l'ouverture du col. A mesure que ce ramollissement de la boule avance, on tourne plus rapidement la tige qui lui sert d'axe de rotation; enfin, quand elle est complètement ramollie et incandescente, on l'éloigne du feu, on augmente de plus en plus la vitesse de rotation, et l'ouverture s'élargit peu à peu par l'action de la force centrifuge, jusqu'à ce qu'enfin la boule s'étende soudainement, éclate, et devienne une grande feuille circulaire de verre incandescent. Le col de la boule primitive se trouve à la circonférence, et, comme il est trop épais pour se prêter à l'expansion de la matière, il forme

un bourrelet tout autour du *plateau*. Le centre présente l'apparence d'une épaisse bosse, appelée *la noix* ou *l'œil*, et qui marque le point où était fixée la tige de fer (1).

43. Les divers procédés imaginés pour diminuer la vitesse, partent presque tous d'un même principe, la nécessité de vaincre de grandes résistances avec peu de force. Nous pourrions citer comme exemple les moufles, la grue et d'autres machines; mais ces machines nous paraissent dépendre plus immédiatement des autres principes que nous avons indiqués. A leur défaut, nous pourrons citer le tournebroche qui va par le courant d'air de la cheminée. Dans cet instrument la vitesse primitive, trop grande pour l'objet proposé, est transmise à la résistance par un système de roues qui la réduisent à un taux d'accélération plus convenable.

44. Les télégraphes sont des machines qui servent à transmettre très rapidement des nouvelles ou des instructions à des points très éloignés. Le but de leur établissement a été la transmission rapide des nouvelles durant la guerre; mais les besoins toujours croissans de l'homme appliqueront

(1) La fabrication du verre à vitres se fait en France d'une manière préférable. On souffle de longs cylindres de verre que l'on coupe avec un fil de fer froid, aux extrémités et dans le sens de la longueur, et qui s'étendent ensuite aisément dans des fours particuliers.

probablement bientôt cette belle invention à des buts plus pacifiques.

Il y a quelques années, le télégraphe apporta à Paris la nouvelle de la découverte d'une comète par M. Gambart, à Marseille. Le message arriva pendant la séance du Bureau des longitudes, et fut aussitôt transmis par une lettre du ministre de l'intérieur au président du Bureau, M. Laplace, qui la reçut dans la séance même, en présence de l'auteur de cet ouvrage, assis près de lui en ce moment. Le but de cette prompte communication était de donner à cette nouvelle la publication la plus rapide, et d'assurer à M. Gambart la priorité de sa découverte.

A Liverpool un système de signaux maritimes est établi pour le commerce, de sorte que chaque négociant communique avec son navire bien avant qu'il n'entre dans le port.

CHAPITRE V.

Des moyens de prolonger la durée de l'action d'une force.

45. La prolongation du temps pendant lequel une force peut agir, est une des applications les plus fréquentes et les plus utiles de la Mécanique pratique. Pendant la demi-minute que nous employons chaque jour à remonter nos montres, nous faisons un effort presque insensible, et cependant, au moyen de quelques rouages, l'effet produit est réparti sur toute la durée des vingt-quatre heures. Dans nos horloges, cette extension du temps d'action de la force primitive est plus sensible encore; les meilleures n'ont besoin ordinairement d'être remontées qu'une fois par semaine, et quelquefois même on en fait qui peuvent marcher un mois, ou même une année entière. Un autre exemple peut se voir tous les jours dans l'intérieur de nos ménages : c'est le tournebroche ordinaire, qui fait cuire le rôti. Au moyen de cette invention bien simple, la cuisinière développe en peu de minutes une quantité de force que la machine détaille ensuite pendant une heure, en tournant la

broche chargée de viande, et se trouve ainsi libre de consacrer son attention tout entière à d'autres parties plus importantes de son utile travail. Enfin on peut encore ranger dans la même classe tous ces automates et ces jouets d'enfant qui sont mis en mouvement par des ressorts.

46. Il est souvent très utile, pour des expériences de physique, d'avoir un appareil analogue au tournebroche, et composé comme lui d'un système de roues mises en mouvement par un poids ou par un ressort. On s'est servi avec avantage d'un appareil de ce genre dans des expériences d'électricité ou de magnétisme où il fallait soumettre un disque de métal ou tout autre corps à une rotation continue; ce qui se faisait ainsi, sans que l'observateur cessât d'avoir les deux mains libres. Les chimistes ont souvent aussi employé, pour tenir une dissolution en mouvement, un agitateur lié à un système de petites roues, et mis en action par la descente d'un gros poids. Enfin on pourrait employer un semblable appareil pour polir quelques espèces de cristaux destinés à des expériences d'optique.

CHAPITRE VI.

Des moyens d'économiser le temps dans les opérations physiques.

47. L'art du tanneur présente un exemple singulier de la puissance des machines pour accélérer une opération où la nature est le principal agent. Le tannage consiste, comme on sait, à imprégner des peaux d'animaux d'un certain principe appelé tannin, qui doit se combiner entièrement avec toutes leurs particules. Dans la méthode ordinaire, on dépose les peaux dans des fosses remplies d'une dissolution de tan; elles y restent de six à douze mois, souvent même jusqu'à dix-huit; et quelquefois, si le cuir est très épais, l'opération dure deux ans, peut-être plus long-temps encore : ce long espace de temps paraît nécessaire pour que le tannin pénètre entièrement dans l'intérieur des cuirs épais. Le nouveau procédé consiste à placer les cuirs, avec une dissolution de tan, dans des vases fermés où l'on fait le vide. On chasse ainsi tout l'air qui peut être contenu dans les pores des cuirs; et, en réintroduisant ensuite l'air dans le vase, on ajoute la pression de l'atmosphère à l'éner-

gie de l'action capillaire, pour forcer le tannin de pénétrer dans l'intérieur du cuir. Cette pression additionnelle ne peut dépasser évidemment le poids d'une atmosphère; mais on obtient une pression plus forte par un nouveau perfectionnement qui consiste à faire d'abord le vide dans le vase qui contient les peaux, puis à le remplir de la dissolution de tan, et à y faire ensuite entrer de force un petit excès de cette dissolution, au moyen d'une pompe foulante. De cette manière, la pression possible n'a plus d'autre limite que la résistance du vase, et les peaux les plus épaisses peuvent être tannées en six semaines ou deux mois au plus.

48. Le même procédé d'injection peut servir à imprégner le bois d'une dissolution de goudron ou de toute autre substance destinée à le conserver plus long-temps; et même, si la dépense n'était pas trop forte, on pourrait imprégner les planchers en sapin des appartemens, d'une dissolution d'alun ou d'autre matière qui les rendrait moins susceptibles de s'enflammer par un accident. En certains cas il pourrait être utile d'imprégner le bois de matières résineuses, de vernis ou d'huile; et ainsi l'on pourrait quelquefois employer avec avantage, dans les machines, du bois saturé d'huile, qui graisserait constamment, mais d'une manière insensible, le fer ou l'acier contre lequel il se trouverait porter dans les mouvemens.

Pour donner une idée de la quantité de matière qui peut être injectée dans le bois par une haute pression, nous citerons le fait suivant, observé par le capitaine Scoresby, dans un accident arrivé au canot d'un bâtiment baleinier. A ce canot était attachée la corde d'un harpon qui fut lancé sur une baleine, et l'animal, blessé, ayant plongé de suite, entraîna le canot avec lui au fond de la mer. A son retour à la surface, la baleine fut tuée; mais le canot, au lieu de revenir sur l'eau, restait au-dessous, suspendu à la corde du harpon. En le retirant, on trouva sa carcasse saturée d'eau si complètement, qu'en l'abandonnant à elle-même elle coula bas immédiatement.

49. Le blanchissage des toiles en plein air exige assez de temps, et quoique ce mode de procéder ne demande pas beaucoup de travail, sa longueur expose les toiles à des vols, à des dégâts, et faisait désirer fortement un moyen d'abréger l'opération. Un nouveau procédé a été inventé : c'est le blanchissage au chlorure de chaux. Ce n'est pas, il est vrai, un procédé mécanique, mais c'est une application si remarquable de la science à la pratique manufacturière, qu'il eût été impardonnable de l'oublier dans cet exposé des avantages généraux qui résultent de l'économie du temps dans les opérations physiques.

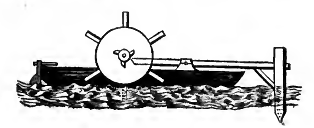
50. Voici un autre exemple qui tient de plus près aux considérations mécaniques, et qui

se voit dans les pays où le combustible est cher, et la chaleur du soleil insuffisante pour évaporer l'eau des marais salans. L'eau est d'abord élevée par des pompes jusqu'à un réservoir d'où elle retombe en petits filets sur des amas de fagots. Elle se divise ainsi, et présente une grande surface à l'évaporation, en sorte que le liquide recueilli dans les vases placés sous les fagots est déjà plus riche en sel : on se débarrasse ainsi d'une grande quantité de l'eau inutile, et le reste est chassé par l'ébullition. Le succès de cette manière d'opérer dépend du plus ou moins d'humidité répandue dans l'air; car au moment où l'eau tombe au travers des fagots, si l'air est saturé d'autant d'humidité qu'il en peut contenir à l'état invisible, il n'absorbera aucune des particules de l'eau salée, et le travail exécuté pour élever cette eau à la pompe sera totalement perdu. Ainsi, pour déterminer le moment convenable de l'opération, il est important de connaître l'état de sécheresse de l'atmosphère; et un examen attentif de cet état, par le moyen d'un hygromètre, pourra économiser souvent quelques heures de travail mal employées.

51. Dans quelques pays où le bois est rare, l'évaporation des eaux salées se fait au moyen d'une série de cordes tendues verticalement; l'eau, en redescendant le long de ces cordes, y dépose le sulfate de chaux qu'elle tient ordinairement en dissolution avec le sel de soude, et finit par

les incruster totalement, en sorte qu'au bout d'une vingtaine d'années, quand les cordes sont presque pourries, elles sont soutenues par cette incrustation, et présentent l'apparence d'une petite colonnade.

52. Il est quelquefois utile de pouvoir accélérer ces grands travaux de la nature qui changent incessamment la surface du globe. De ce genre est la destruction lente des roches qui obstruent les passages difficiles des rivières navigables. Pour remplir cet objet, un procédé très ingénieux a été inventé en Amérique. Il consiste à placer au bas du *rapide* un bateau maintenu dans sa position par un long câble fixé au haut du rapide, sur un des bords de la rivière. Ce bateau porte en travers un arbre tournant, armé à ses deux extrémités d'une roue à aubes semblable aux roues des bateaux à vapeur, et tout ce système se meut avec vitesse sous la force impulsive du courant. Supposons maintenant que de gros pieux en bois, armés de sabots de fer, soient fixés à l'extrémité de forts leviers un peu en saillie sur l'avant du bateau, comme dans la figure ci-jointe.



Si ces leviers peuvent se mouvoir librement de haut en bas, et qu'une ou plusieurs cames soient fixées sur l'arbre en face de la queue de chaque levier, l'action du courant sur les roues produira une suite perpétuelle de coups, et le sabot pointu qui frappe sur le roc, au fond de l'eau, en détachera continuellement quelques petits morceaux que le courant emportera. Ainsi l'action seule de la rivière elle-même fournit un moyen constant et énergique de détruire les rochers qui hérissent son fond. Un seul homme, à l'aide d'un gouvernail, peut diriger le bateau sur chaque point du lit qu'il faut creuser, et quand le chenal de navigation est assez profond, et qu'il faut remonter le bateau, il le change aisément de place au moyen d'un cabestan.

53. Quand ce creusement a été exécuté, et que le chenal est partout assez profond, une petite modification est faite à l'appareil, et lui donne un autre emploi également avantageux. On enlève les leviers et les cames, et à leur place un tambour de métal ou de bois est placé sur l'arbre, avec la facilité de le rendre dépendant ou non de son mouvement: puis le câble qui retenait le bateau est fixé sur le tambour. Quand celui-ci est libre, la roue à aubes fait tourner l'arbre seulement, et le bateau reste en place. Mais dès que le tambour est fixé sur l'arbre, il commence à tourner, et le câble s'enroulant sur lui, le bateau se

meut graduellement contre le courant, et devient une espèce de remorqueur pour tous les bâtimens qui doivent remonter le rapide. Une fois le remorqueur arrivé au sommet du rapide, on rend libre le tambour, et le bateau redescend, retenu seulement par le frottement d'un frein qui modère sa vitesse.

54. Les horloges sont au premier rang parmi les instrumens qui tendent à économiser le temps de l'homme, et l'établissement d'un grand nombre de ces mesureurs de temps, dans des positions bien en vue, présente plus d'un avantage dans les grandes villes. Cependant à Londres ces positions sont souvent très mal choisies. On établit ordinairement les horloges au milieu d'un clocher élevé, dans des rues étroites et encombrées, place très défavorable sous tous les rapports, à moins que l'église qui porte ce clocher n'avance hors des maisons qui forment la rue. Pour qu'une horloge soit bien placée, il faut qu'elle se présente en saillie sur la rue, et à une certaine élévation, avec un cadran de chaque côté, comme celle qui existait à la vieille église de Saint-Dunstan, dans Fleet-Street. Avec une position semblable, l'heure fixait l'attention de ceux qui allaient et venaient dans les deux sens.

55. Une observation pareille s'applique, avec bien plus de force encore, au mode actuel et très défectueux d'indiquer au public la position des

bureaux de la petite poste ou de la grande poste aux lettres. Dans l'angle le plus bas de la fenêtre de quelque boutique bien attrayante, se trouve une petite fente avec une plaque de cuivre qui indique si obscurément son but important, qu'elle semble plutôt destinée à empêcher de le découvrir. Aucun signe marquant n'aide le chercheur inquiet; et, pressé par les momens qui s'écoulent rapidement jusqu'à la clôture du bureau, il tourmente le passant de ses demandes acharnées, pour savoir où est le bureau le plus proche. Puis il arrive à ce bureau, juste au moment où il vient de fermer; alors il lui faut courir promptement à l'autre bout de la ville pour faire recevoir ses lettres au bureau général, ou renoncer à l'espoir de les expédier par le courrier de ce jour; et, dans ce cas, si ces lettres sont destinées pour l'étranger, il peut perdre peut-être une semaine ou quinze jours à attendre un nouveau paquebot.

Dans cette circonstance et dans quelques autres, l'inconvénient est continuel et se présente tous les jours; et quoiqu'il semble d'une importance à peu près nulle dans beaucoup de cas isolés, leur somme produit un total tout-à-fait digne de l'attention du gouvernement d'une grande et active population. Le remède est simple, et se présente de suite à l'esprit : il faudrait seulement placer à chaque bureau une branche de fer en saillie sur la rue, et portant les lettres G. P. ou P. P., ou tout autre

signe distinctif. On défend expressément à Londres d'établir aucun signe particulier en saillie sur la voie publique, et ainsi le piéton connaîtrait de suite l'objet vers lequel il doit diriger son attention pour trouver un bureau de poste. Des bureaux de poste placés dans des croisemens de rues, et ainsi mis en évidence, ne manqueraient pas d'être bientôt connus généralement.

CHAPITRE VII.

Des travaux qui exigent une force supérieure à la force de l'homme, et des opérations trop délicates pour être effectuées par ses mains.

56. Pour faire agir sur un point donné la force entière d'un certain nombre d'hommes, il faut une certaine habileté, et un ensemble de préparatifs assez considérable; et quand ce nombre s'élève jusqu'aux centaines, aux mille, la difficulté augmente très sensiblement. Supposons qu'on dût faire agir simultanément dix mille manœuvres à la journée; il serait extrêmement difficile de découvrir si chacun développe toute sa force, et conséquemment de s'assurer que chacun fournit une quantité de travail proportionnée au prix de la journée qu'on lui paie. Lorsqu'il s'agit de masses d'hommes ou d'animaux plus considérables encore, non-seulement la difficulté de les diriger devient plus grande, mais la dépense totale de l'exécution s'accroît sensiblement par la nécessité où l'on se trouve de transporter des vivres pour nourrir toute cette troupe d'individus.

A cette difficulté de faire agir un grand nombre d'hommes à la fois, on a remédié assez bien par le

son de la voix ou d'un instrument. Ainsi, le sifflet du contre-maître dirige à bord les matelots; et quand on exécuta à force d'hommes le transport de l'énorme bloc de granit qui sert de piédestal à la statue équestre de Pierre-le-Grand, à Saint-Pétersbourg, et qui pèse plus de 1,400,000 kil., un tambour, placé au sommet, donnait le signal à chaque mouvement que les ouvriers devaient exécuter en masse.

Champollion a même découvert, il y a quelques années, un ancien dessin égyptien qui représente une multitude d'hommes attelés à un gros bloc de pierre, tandis qu'un seul, placé au sommet de ce bloc, tient les bras élevés au-dessus de sa tête, comme s'il battait des mains, pour maintenir l'ordre et la précision nécessaires dans les mouvemens de toute la troupe.

57. Dans les mines, il faut quelquefois élever ou descendre des poids considérables au moyen de treuils qui exigent une force supérieure à celle de cent hommes. Ces treuils sont placés à la surface du sol; mais c'est du fond de la mine, et souvent d'une profondeur de deux cents toises, que part l'ordre d'agir ou d'arrêter: cet ordre est transmis d'une manière simple et sûre par des signaux. Ordinairement l'appareil employé à cet effet est une sorte de marteau placé près de la surface du tambour, que chaque ouvrier peut entendre, et mettre en mouvement, du fond de la mine, au moyen d'une corde qui monte le long du puits.

A la mine nommée *Wheal friendship Mine*, dans le Cornouailles, on emploie une invention différente. Dans cette mine, l'extraction se fait par un plan incliné souterrain dont l'étendue est d'environ deux tiers de mille anglais (1060 mètres). Les signaux se transmettent d'une extrémité à l'autre au moyen d'une tige métallique continue qu'on frappe au fond de la mine; le coup propagé dans la substance du métal s'entend très distinctement à la surface du sol.

58. Dans toutes nos grandes fabriques on voit de fréquentes applications du pouvoir de la vapeur pour surmonter des résistances qu'on ne pourrait vaincre qu'avec des frais énormes en employant la force des êtres animés. Ainsi la vapeur est appliquée à tordre ensemble les torons des plus grands câbles, à marteler, à laminer, à couper de grosses masses de fer, à épuiser les mines; opérations qui demandent toutes des exertions de force physique énormes et soutenues pendant un temps prolongé. Il existe aussi des moyens d'une autre nature pour le cas où il faut à la fois que la force soit considérable, et qu'elle concentre son action dans un petit espace; telle est la presse hydraulique de Bramah, qui peut, par l'effort d'un seul homme, produire une pression de 1500 atmosphères: avec une machine de ce genre on a brisé un cylindre creux de fer forgé, de 3 pouces d'épaisseur. Un autre exemple se pré-

sente dans la fabrication des chaudières à vapeur. Les feuilles de tôle dont elles sont formées doivent être assemblées avec des joints aussi serrés que possible, et l'on y parvient en chauffant d'abord les clous ou *rivets* à la chaleur rouge, avant de les placer. Les deux feuilles de tôles sont clouées ensemble avec ces rivets ainsi chauffés; puis ces rivets se contractent en refroidissant, et serrent les deux feuilles l'une contre l'autre, avec une force qui n'a d'autres limites que la ténacité du métal dont les clous eux-mêmes sont formés.

59. Cette force infinie de la vapeur, que l'homme s'est appropriée, ce n'est pas seulement dans les grands travaux de l'ingénieur ou du manufacturier qu'il l'appelle à son aide. Pour tout travail qui, considéré isolément, exigerait peu de force, mais dont l'exécution doit se répéter indéfiniment, il faut une force proportionnée à cette immense répétition, et cette force, c'est encore celle de la vapeur. C'est le même bras de géant qui tord ensemble les torons des câbles les plus pesans, et qui métamorphose le duvet du cotonnier en un fil aussi délié que ces filamens légers qui voltigent dans les airs. Docile à la main qui met en mouvement sa force irrésistible, la vapeur lutte avec la mer et la tempête, et marche triomphante au milieu de dangers et d'obstacles insurmontables aux anciens modes de navigation; ou, dans un système d'action plus régulier, elle fabrique cette toile à

voile dont elle peut un jour supprimer l'emploi, et, de ses doigts de fée, entrelace les mailles de ces filets si délicats destinés à la parure élégante des femmes (1).

60. Le cinquième rapport du comité de la chambre des communes, choisi pour l'examen de la route d'Holyhead, présente des preuves nombreuses de la supériorité des bâtimens à vapeur. Voici quelques détails de l'*évidence* du capitaine Rogers, commandant d'un des paquebots.

« *Question.* Nous vous prions de dire au comité » de quelle manière s'est établie la communica- » tion, par paquebots à vapeur, entre Holyhead et » Dublin, et quel a été le succès de cette nou- » velle entreprise.

» *Réponse.* Nous avons fait avec les bateaux à » vapeur tout ce qu'il est possible de faire : ils » peuvent, sans aucun doute, traverser le canal » d'Irlande quand aucun bâtiment à voiles ne pour- » rait le tenter : on en a eu des exemples fréquens.

» *Question.* N'êtes-vous pas convaincu, d'après » votre expérience, que le bateau à vapeur que

---

(1) L'importance et la variété des applications de la machine à vapeur ont été décrites avec énergie dans les discours prononcés à une assemblée publique tenue en juin 1824, pour proposer l'érection d'un monument à la mémoire de James Watt. Ces discours ont été imprimés.

» vous commandez peut faire ce que ne ferait au-
» cun bâtiment à voile?

» *Réponse.* Oui, j'en suis convaincu.

» *Question.* Durant votre passage de Gravesend
» aux Dunes, aucun bâtiment à voiles, depuis les
» plus petits jusqu'à la corvette de guerre, eût-
» il fait le voyage dans le même temps que votre
» bateau à vapeur?

» *Réponse.* Non : c'était impossible. Aux Dunes,
» nous avons passé plusieurs bâtimens de la Com-
» pagnie des Indes, et plus loin 150 voiles qui ne
» pouvaient entrer dans la Manche. Sur le revers
» du cap Dunge, nous en avons passé 120 autres.

» *Question.* Vous avez décrit le mauvais temps
» que vous avez eu des Dunes à Milfort; si ce
» même temps avait duré une année, aucun bâti-
» ment à voiles eût-il pu parvenir à faire le même
» voyage?

» *Réponse.* Il eût été fort long-temps à le faire,
» et probablement il lui eût fallu compter par se-
» maines pour son trajet, au lieu de compter par
» jours. Mais, pour forcer l'entrée de Milfort,
» comme nous, aucun bâtiment à voiles ne l'eût
» fait dans l'espace d'une année. »

61. L'impression des billets de banque sur papier à filigrane, papier indispensable pour ces objets, présente quelque inconvénient, à cause de la nécessité où l'ouvrier se trouve de mouiller le papier avant de faire le tirage. Il est difficile de

mouiller uniformément toutes les feuilles; et dans le vieux procédé qui consistait à plonger un paquet de feuilles dans un vase rempli d'eau, les feuilles extérieures, se mouillant plus que les autres, se déchiraient facilement.

A la banque d'Irlande, on a adopté une méthode qui pare à cet inconvénient. Elle consiste à placer le papier dans un vase fermé dont on a chassé l'air par une pompe, et à y introduire ensuite l'eau, qui mouille également toutes les feuilles. On porte de là le papier sous une presse, qui exprime tout l'excès d'eau absorbé dans la première opération.

62. Souvent, dans les arts, on doit réduire en poudre des substances solides, et séparer cette poudre en différens degrés de finesse. Le tamisage le mieux gradué est trop grossier pour une séparation aussi délicate, et elle ne peut s'effectuer convenablement qu'à l'aide de la suspension dans un fluide. La substance broyée et réduite en poudre extrêmement fine, est agitée dans une certaine quantité d'eau que l'on soutire ensuite : les portions les plus grossières de la matière suspendue tombent les premières, et les plus fines restent le plus de temps à descendre jusqu'au fond. En opérant ainsi, la poudre d'émeri même, substance d'une grande densité, se sépare dans les divers degrés de finesse qu'on peut désirer. Dans la fabrication de la porcelaine, le quarz grillé et réduit en poudre est sus-

pendu dans l'eau pour le mêler intimement à l'argile qui est suspendue aussi dans le même fluide; alors on évapore l'eau en partie à l'aide de la chaleur, et l'on forme ainsi la composition qui sert de pâte à la plus belle porcelaine. Un fait curieux et qui mérite un examen plus attentif, c'est que si ce mélange reste long-temps en repos avant d'être employé, il se dénature, et n'est plus d'aucun usage; car le quarz, d'abord uniformément mêlé, s'agglomère peu à peu en petits amas séparés. Ce fait est très remarquable par son analogie avec la formation des lits de quarz dans les bancs de pierre calcaire (1).

63. La lenteur avec laquelle les substances en poudre descendent dans un fluide, dépend en partie de la pesanteur spécifique de ces substances, et en partie de la grandeur de leurs particules elles-mêmes. Quand un corps tombe dans un milieu résistant, il acquiert, après un certain temps, une vitesse uniforme qu'on appelle sa vitesse définitive, et avec laquelle il continue de descendre. Quand les particules sont très petites, quand le milieu est assez dense, comme l'eau, le corps ac-

(1) On trouve quelques observations à ce sujet, par le docteur Fitton, dans l'appendice à la *Description des côtes de l'Australie*, par le capitaine King, vol. II, p. 397. Londres, 1826. (A)

quiert promptement cette vitesse définitive. L'éméri même, réduit en poudre extrêmement fine, reste plusieurs heures à descendre au fond de quelques pieds d'eau. Les machines de plusieurs des compagnies chargées de la fourniture de l'eau dans l'intérieur de Londres, introduisent dans les réservoirs une certaine quantité de vase qui reste suspendue dans l'eau pendant un temps bien plus considérable. Ces faits nous donnent une idée de l'étendue immense que peuvent avoir les dépôts des rivières. Car si la vase du Mississipi reste une heure à descendre d'un pied dans l'eau, le courant du golfe du Mexique dont la vitesse est de trois milles à l'heure, doit l'entraîner à une distance de quinze cents milles anglais (2400 kilomètres), avant qu'elle soit descendue à une profondeur de cinq cents pieds.

64. Le fil de coton le plus net présente encore sur sa surface un certain nombre de petits filamens parasites qui nuisent à l'apparence de la mousseline fabriquée avec ce fil. Il est tout-à-fait impossible de séparer ces filamens en les coupant, mais on les détruit aisément en passant rapidement la mousseline sur un cylindre de fer tenu à la chaleur rouge. Chaque partie de la mousseline restant trop peu de temps en contact avec le fer, ne s'échauffe pas assez pour brûler, tandis que les filamens étant plus fins et plus près du métal, sont brûlés instantanément.

Dans la fabrication du tulle, la destruction de ces filamens est encore plus nécessaire; cette opération s'effectue parfaitement en passant rapidement le tulle à travers un jet de gaz enflammé.

CHAPITRE VIII.

Des machines à compter, ou compteurs.

65. Un avantage remarquable des machines c'est cette surveillance qu'elles exercent sur l'inattention, la négligence et la paresse de l'homme : aussi s'appliquent-elles parfaitement à compter une suite de répétitions d'une même action, l'une des opérations les plus fatigantes qu'on puisse imposer à l'esprit humain. En comptant le nombre de pas que nous faisons pour parcourir une distance donnée, nous évaluons assez bien l'étendue de cette distance ; mais cette évaluation devient bien plus sûre au moyen d'un instrument, l'odomètre, qui compte pour nous le nombre de nos pas. Souvent un mécanisme de ce genre est employé pour compter le nombre de tours faits par la roue d'une voiture, et indiquer ainsi la distance qu'elle a parcourue. On a inventé un instrument d'une construction différente, pour compter le nombre des coups de piston d'une machine à vapeur, ou le nombre des pièces de monnaie frappées par un balancier. M. Donkin a inventé dans ce genre un instrument fort simple (1).

(1) *Transactions de la Société des Arts*, 1819, p. 116.

66. Dans quelques ateliers de calandrage et de gauffrage, on emploie une autre espèce de compteur. Comme on soumet à ces opérations quelques cents milliers d'aunes de calicot ou d'autres étoffes, et que ce travail est peu payé, le temps employé à mesurer pourrait absorber une forte partie du bénéfice. Aussi une machine a-t-elle été inventée pour compter et noter la longueur des pièces, à mesure qu'elles passent sous la main de l'ouvrier, et de plus on évite par là toute erreur possible dans le dénombrement de ces pièces.

67. La plus utile invention dans ce genre, c'est peut-être celle qu'on a imaginée pour s'assurer de la vigilance des gardiens de nuit. Elle consiste en un petit mécanisme qui communique à un mouvement d'horlogerie placé dans une chambre où le gardien ne peut entrer. Celui-ci a simplement l'ordre de tirer une fois par heure une certaine corde placée sur un point de sa tournée, et qui correspond au mécanisme. Cet instrument s'appelle un *tell-tale* ou *rapporteur*. Le propriétaire du *tell-tale* peut savoir, en le consultant le matin, si le gardien a négligé son service pendant une ou plusieurs heures de la nuit.

68. Il est souvent très important pour la détermination des droits, comme dans l'intérêt des propriétaires, de connaître la quantité de liqueurs spiritueuses ou autres qui a pu être tirée des tonneaux pendant l'absence des surveillans ou

des principaux employés. Ce résultat est obtenu au moyen d'un robinet d'un genre particulier, qui à chaque tour décharge seulement une quantité donnée de liquide, tandis que le nombre de tours qu'on lui fait faire est compté par un petit instrument enfermé dans une boîte dont le maître seul de la cave a la clef.

69. Le temps et la peine qu'on perd à jauger des tonneaux peuvent s'économiser, au moyen d'une invention très simple qui permet de lire sur une échelle le nombre de *gallons* contenus dans un tonneau, comme on lit le degré de température indiqué par un thermomètre. On place au fond du tonneau un petit robinet qui établit une communication entre ce fond et un tube de verre, d'un calibre assez mince, fixé le long du tonneau, et s'élevant même un peu au-dessus. Le corps de ce robinet est fait d'une manière particulière qui lui permet de prendre trois positions différentes : la première ferme le fond du tonneau; la seconde le fait communiquer avec le tube de verre; la troisième sépare ce tube du tonneau, et le fait communiquer à toute espèce de vase placé pour recueillir le liquide versé par le robinet. Pour graduer l'échelle du tube, on ouvre la communication entre le tube et le tonneau, on verse dans le tonneau un gallon d'eau, et l'on trace une ligne sur l'échelle, au point correspondant à celui où l'eau s'élève dans le tube. Puis on remet un autre gallon,

et l'on trace une nouvelle division (1). Cette échelle étant ainsi établie une fois par une mesure contradictoire, le propriétaire et l'employé de l'administration connaissent, à la simple inspection, la contenance de chaque pièce, et sont ainsi dispensés de l'ennuyeuse opération du jaugeage. Un autre avantage de cette petite invention c'est l'économie de temps qui en résulte pour les mélanges des diverses liqueurs, pour la vente au détail, et pour la reconnaissance des esprits qu'envoie le distillateur.

70. L'instrument qui mesure la quantité de gaz employée par chaque consommateur est encore du même genre. Il y en a de diverses formes, mais tous ont le même objet, l'indication du nombre de pieds cubes de gaz débités dans un temps donné. Il est à désirer que ces espèces de mesureurs de gaz puissent être fabriqués à un prix modéré, et que chaque consommateur puisse s'en servir : car si chacun payait seulement le prix de ce qu'il consomme, et si l'on prévenait les pertes énormes de gaz que l'on observe souvent, le fabricant pourrait vendre son gaz à bien plus bas prix, sans cesser de faire le même bénéfice.

71. On pourrait régulariser, par un moyen

---

(1) Cette invention est due à M. Henneky, de High Holborn; il l'emploie toujours dans son établissement. (A)

analogue, la distribution de l'eau que vendent les différentes compagnies de Londres. De cette manière, on économiserait beaucoup d'eau qui actuellement se répand et se perd, et l'on éviterait une inégalité injuste dans les droits payés à une même compagnie par les différentes maisons qu'elle dessert.

72. On devrait aussi appliquer un de ces mesureurs mécaniques à un objet plus important encore, à la détermination de la quantité d'eau qui entre dans les chaudières des machines à vapeur. Sans un instrument semblable, on ne saura jamais qu'imparfaitement la quantité d'eau évaporée par des chaudières de construction différente, chauffées par des foyers différemment disposés, et l'on ne pourra évaluer qu'approximativement le travail que peut exécuter une machine à vapeur.

73. Un autre objet auquel les machines à compter peuvent s'appliquer avec avantage, c'est la détermination des effets moyens des agens créés par l'art, ou donnés par la nature. Par exemple, pour déterminer la hauteur moyenne du baromètre, on note sa hauteur à divers intervalles de temps, pendant la durée de vingt-quatre heures; plus ces intervalles sont serrés, et plus la moyenne ainsi obtenue est correcte. Mais en réalité, la vraie moyenne devrait participer à chaque petite variation momentanée

qui est survenue dans l'intervalle de temps auquel elle s'applique. Pour parvenir à ce but, on a proposé d'employer des horloges, et le principe de leur emploi consistait à leur faire mouvoir lentement et uniformément une feuille de papier devant un crayon fixé à un flotteur établi sur la surface du mercure dans la cuvette du baromètre. Sir David Brewster a proposé au contraire, il y a quelques années, de suspendre le baromètre, et de le laisser osciller comme un pendule. Dans cette disposition, les variations de l'atmosphère changeraient le centre d'oscillation; et en comparant la marche de ce baromètre oscillant à celle d'une bonne horloge, après un temps donné, l'observateur pourrait reconnaître la hauteur moyenne de la colonne du mercure pendant toute la durée de son absence (1).

M. John Taylor a inventé un instrument pour mesurer et noter la quantité de pluie tombée sur un certain espace. Il en a donné la description dans le *Philosophical Magazine*. Dans cet appareil, la caisse qui reçoit la pluie tombée dans le réservoir, se renverse aussitôt qu'elle est rem-

---

(1) Il y a sept ou huit ans, sans connaître le moyen proposé par sir Brewster, j'attachai un baromètre au balancier d'une horloge ordinaire. Il resta ainsi suspendu pendant plusieurs mois; mais j'ai égaré le registre des observations que j'avais faites. (A)

plie, et présente à sa place une autre caisse qui, une fois remplie, se renverse de même et ramène la première. Un système d'engrenage compte le nombre de tours de chaque caisse, et ainsi la quantité de pluie qui tombe pendant une année entière peut être mesurée et notée sans la présence de l'observateur.

On peut aussi inventer des instrumens pour mesurer la force moyenne du vent, d'un cours d'eau, d'un cheval; en général, de tout moteur dont l'action est irrégulière.

74. Les horloges et les montres peuvent être considérées comme des instrumens destinés à compter le nombre des oscillations d'un pendule ou d'un balancier. Le mécanisme usité à cet effet s'appelle l'*échappement*, en terme d'horlogerie. Ce mécanisme n'est pas facile à décrire; mais les diverses inventions qui ont été successivement adoptées pour le perfectionner sont peut-être les plus ingénieuses et les plus intéressantes qu'ait jamais réalisées la mécanique pratique. Pour faire comprendre leur action au lecteur qui ne les connaît pas, il faudrait absolument qu'il eût sous les yeux des modèles, sur une grande échelle, qui reproduisissent l'action de l'instrument. Malheureusement ces sortes de modèles sont assez rares. Il en existe une collection fort belle dans le cabinet des instrumens de l'Université de Prague.

On a construit des horloges qui peuvent prolonger leur action pendant des périodes considérables de temps, et indiquer non-seulement l'heure du jour, mais les jours de la semaine, du mois, de l'année, et même l'époque du retour de certains phénomènes astronomiques.

Les horloges, les montres à répétition, sont de vrais compteurs qui communiquent leurs résultats à leur propriétaire, seulement quand celui-ci le demande, en tirant un cordon, ou par tout autre procédé semblable.

On a appliqué récemment aux montres un petit appareil à l'aide duquel l'aiguille des secondes dépose une petite goutte d'encre sur le cadran, quand on pousse une sorte de ressort ou d'arrêt. De cette manière, pendant que l'œil est fixé attentivement sur le phénomène qu'il observe, le doigt note sur le cadran de la montre le commencement et la fin de son apparition.

75. On a imaginé aussi plusieurs instrumens destinés à éveiller l'attention de l'observateur à un instant prévu d'avance : de ce genre sont les réveils qu'on adapte aux montres et aux horloges. Quelquefois il est utile que ces mécanismes soient disposés pour avertir, à des époques successives et distantes, par exemple à l'arrivée de certaines étoiles dans le méridien. On en voit un exemple à l'Observatoire royal de Greenwich.

76. Les tremblemens de terre sont des phé-

nomènes si fréquens et d'un si haut intérêt, à la fois par leurs ravages terribles et par leur connexion avec la constitution du globe, qu'il devient important de posséder un instrument qui indique, s'il est possible, le sens de la secousse et son intensité. Une observation faite il y a quelques années à Odessa, après un tremblement de terre qui eut lieu dans la nuit, me donne l'idée d'un instrument fort simple propre à déterminer le sens du mouvement des tremblemens de terre.

Un vase de verre, rempli d'eau en partie, était placé sur une table, dans une des maisons d'Odessa, et la partie intérieure de ce vase au-dessus de l'eau, était tapissée d'une couche de rosée condensée par la température froide du verre. Entre trois et quatre heures du matin, la ville éprouva plusieurs secousses sensibles, et l'observateur, à son lever, remarqua que la rosée avait été balayée des deux côtés du verre par les oscillations de l'eau, mise en mouvement par le tremblement de terre. Conséquemment la ligne qui joignait les deux points extrêmes de l'oscillation indiquait le sens de propagation de la secousse. Cette circonstance, observée accidentellement à Odessa par un ingénieur, indique qu'on pourrait, dans des contrées sujettes aux tremblemens de terre, conserver des vases de verre remplis en partie de mélasse ou d'un fluide onctueux : dès qu'un mouvement

latéral serait communiqué à ces vases par l'ébranlement du sol, le liquide adhérerait sensiblement au verre et permettrait à l'observateur de déterminer la direction de la secousse, quelque temps après qu'elle aurait eu lieu.

Pour mesurer les oscillations verticales de la terre, on pourrait attacher un poids à un ressort en spirale, ou bien on pourrait suspendre un pendule dans une position horizontale : un index serait mis en mouvement par ce poids ou ce pendule, et indiquerait l'étendue de l'arc parcouru ou de la déviation totale. Toutefois ce moyen ne donnerait pas une mesure exacte de comparaison, parce que la sensibilité de l'instrument serait affectée par une différence dans la vitesse du soulèvement ou de la dépression de la surface du sol.

CHAPITRE IX.

Économie dans l'emploi des matières premières.

77. Un résultat direct de la précision des machines dans l'exécution, et de l'exacte similitude de leurs produits, c'est une économie notable dans la quantité des matières brutes employées; économie qui est souvent d'une haute importance. Pour débiter en planches un tronc d'arbre, la cognée et la hache ont été les premiers outils connus. On pouvait ainsi le fendre en trois ou quatre parties qu'on réduisait ensuite, chacune séparément, à une surface uniforme. Avec un tel procédé, la quantité de bois perdue inutilement devait être au moins égale à celle débitée en planches, et même bien au-dessus quand les planches devaient être minces. Un instrument plus parfait, la scie, a tout changé : dans le débitage d'un arbre en fortes planches, la quantité de bois perdue maintenant est presque insensible, et dans le débitage en planches d'un pouce d'épaisseur, elle n'est guère que le huitième au plus du bois brut. Mais si l'épaisseur doit être réduite au-dessous de cette dimension, comme pour le bois à plaquer, par exemple, le rapport de la

quantité détruite à la quantité employée devient plus considérable; aussi emploie-t-on pour cet objet particulier des scies circulaires à lames très minces. Pour obtenir même plus d'économie dans le travail des bois de valeur, M. Brunel a inventé une machine qui débite les plaques par la rotation continue d'un système de scies, et qui permet ainsi de profiter de toute la pièce de bois.

78. Les perfectionnemens rapides de l'imprimerie, depuis vingt ans environ, nous fournissent un autre exemple de l'économie des matériaux employés, économie susceptible d'une appréciation exacte, et tout-à-fait intéressante par son influence sur la publication des productions littéraires. Autrefois, pour mettre l'encre sur les formes, on se servait de grosses balles de cuir à demi sphériques, et remplies d'étoupes. L'ouvrier les pressait d'abord contre l'encrier pour enlever un peu d'encre, et les frottait ensuite l'une contre l'autre sur tous leurs points, de manière que l'encre se trouvât répartie en couche mince sur leur surface entière, puis il roulait ces balles sur les formes, et transmettait l'encre aux caractères. En opérant ainsi, quelque adroit que pût être l'ouvrier, il arrivait nécessairement qu'une portion de l'encre restait sur le côté des balles, et cette portion n'étant pas transmise aux caractères, s'épaississait, se durcissait, et finissait par devenir

une croûte noire qu'on était obligé d'enlever. Un autre inconvénient avait encore lieu. La quantité d'encre versée sur l'encrier d'imprimerie n'était régularisée par aucun moyen, et le nombre ou le sens des passages des balles à encrer sur les formes étant à la volonté de l'ouvrier, et par conséquent très irrégulier, il résultait de là une impossibilité absolue de placer sur la forme la quantité précise d'encre nécessaire à l'impression.

L'invention des rouleaux cylindriques formés d'une substance élastique qui est ordinairement un mélange de colle-forte et de mélasse, a remplacé ce mode vicieux, en apportant une économie considérable dans la consommation de l'encre. Mais l'économie la plus grande est résultée de l'emploi des machines. Quand la vapeur fut appliquée à faire marcher les presses d'imprimerie, on trouva que l'action de ce même moteur s'adapterait très bien aussi au mouvement des cylindres dont on vient de parler. On disposa un réservoir d'encre où un rouleau va prendre un peu d'encre régulièrement à chaque tirage; trois autres rouleaux (quelquefois même cinq) étendent cette encre sur une table par des moyens ingénieux, et variés suivant chaque espèce de presse; enfin un dernier rouleau, venant s'imprégner sur cette table, passe et repasse sur la forme avant le tirage de chaque feuille.

Pour montrer évidemment que, par cette nouvelle méthode, on place la quantité d'encre con-

venable, il faut prouver, 1° que cette quantité n'est pas trop petite : c'est ce que l'imprimeur aurait bientôt reconnu par les plaintes du public et des libraires ; 2° qu'elle n'est pas trop forte, et ce point est bien éclairci en prenant pour terme de comparaison les changemens du *garde-feuille* si fréquens dans l'ancien procédé. Voici quelques explications à cet égard. Quelques heures après qu'un côté d'une feuille de papier a passé au tirage, l'encre est assez sèche pour que l'autre côté puisse être imprimé à son tour, mais, comme on exerce une pression considérable dans le tirage, le tympan sur lequel est posé le côté imprimé de la feuille est recouvert d'une feuille de papier qui empêche ce côté de se salir, et qui s'appelle le *garde-feuille*. Ce *garde-feuille* reçoit donc successivement toutes les feuilles de l'ouvrage qui s'imprime, et prend plus ou moins d'encre, si le côté imprimé n'est pas sec ou s'il est trop chargé de matière. Dans l'ancien procédé, après avoir tiré une centaine de feuilles, il fallait changer le *garde-feuille*, devenu trop sale pour servir plus long-temps. Dans la nouvelle méthode on n'emploie pas même de *garde-feuille*, mais un simple linge appelé *blanchet*, qu'il ne faut changer qu'une fois pendant cinq mille tirages, et quelquefois même pendant vingt mille. Ainsi la quantité superflue d'encre mise sur le papier par la machine est si petite, qu'étant multipliée par cinq mille, quelquefois même par vingt mille,

elle peut à peine salir assez un morceau de linge blanc pour le mettre hors d'état d'être employé (1).

Voici le résultat d'une expérience faite avec soin, dans une des plus grandes imprimeries de la métropole (2), pour déterminer l'avantage du procédé que nous venons de décrire. On fit exécuter le tirage de deux cents rames de papier suivant l'ancienne méthode et avec des balles à encrer; puis un autre tirage semblable avec le même papier et pour le même ouvrage, s'opéra dans les presses mues par la machine qui faisait elle-même l'application de l'encre sur les formes. On trouva pour résultat que la machine avait employé les $\frac{4}{9}$ de l'encre usée par les balles, c'est-à-dire moins que la moitié.

---

(1) Quand le tirage devait être fait avec tout le soin possible, il fallait, dans l'ancien procédé, changer le garde-feuille une fois sur douze tirages; dans le nouveau, il faut changer le blanchet une fois sur deux mille.

(2) Cette expérience fut faite dans l'imprimerie de M. Clowes, Stamfort-Street.

CHAPITRE X.

Uniformité des objets fabriqués sur un même modèle. Perfection des objets fabriqués sur des modèles différens.

79. Un résultat bien remarquable et en même temps bien inattendu, c'est cette parfaite identité que présentent les objets fabriqués par le même procédé mécanique. Ainsi, pour achever au tour le couvercle d'une boîte circulaire et l'assortir à celle-ci, on avance peu à peu le support qui porte le burin en essayant successivement le couvercle sur la boîte, et l'on arrive de cette manière à un point où il n'est ni trop juste ni trop large. Ce point une fois trouvé, qu'il s'agisse de faire un millier d'autres boîtes semblables, toutes se feront sans la moindre difficulté; à chacune, l'outil sera poussé jusqu'à son arrêt, et chaque boîte s'adaptera parfaitement à son couvercle. La même uniformité se voit dans l'imprimerie, dans la gravure : les exemplaires d'un même ouvrage, les gravures d'une même planche, ont une similitude d'exécution qu'aucune adresse de main ne pourrait imiter; car la moin-

dre particularité que présente un seul exemplaire reparaît exactement sur tous les autres, et rien n'est omis dans l'exécution, par l'inattention ou la maladresse de celui qui exécute. On peut citer encore les bourres de carton pour les fusils de chasse, qui se découpent à l'emporte-pièce. Une fois l'instrument bien préparé, une fois une seule bourre faite comme il faut, toutes les autres sont exactement semblables à la première.

80. Cette précision d'exécution est un des avantages les plus importans des machines; mais on peut dire qu'une grande partie de cet avantage est dû uniquement à l'économie du temps employé : car il arrive généralement que tout perfectionnement dans les procédés mécaniques augmente la quantité de travail fait dans un temps donné. Sans le secours des instrumens, ou, ce qui revient au même, avec l'effort seul du bras de l'homme, une multitude d'opérations seraient tout-à-fait impossibles à exécuter : donnez à ce bras l'instrument tranchant le plus grossier, et son pouvoir s'agrandit; plusieurs opérations peuvent se faire aisément; d'autres, d'impossibles qu'elles étaient, deviennent possibles avec un grand travail. Au couteau, à la cognée, ajoutez la scie, plusieurs de ces dernières opérations deviennent faciles, d'autres deviennent possibles; enfin l'attention commence à se porter sur une troisième série d'opérations difficiles et jusque là inconnues. Cette

observation s'applique même aux machines et aux instrumens les plus parfaits. Avec une lime, avec de la terre à polir, un ouvrier habile pourrait fabriquer un cylindre d'un seul morceau d'acier; mais il faudrait un temps si long, mais il serait si rare de réussir, que, pratiquement parlant, il serait impossible de faire un cylindre d'acier : avec l'aide du tour et de son outil, la fabrication de cylindres semblables occupe journellement des centaines d'ouvriers.

81. Le plus parfait dans ses résultats de tous les arts mécaniques, c'est sans contredit l'art du tourneur. Si l'on travaille deux surfaces l'une sur l'autre, quelle que soit leur figure primitive, elles ont une tendance marquée à devenir des segmens de sphère; l'une deviendra convexe et l'autre concave, avec différens degrés de courbure. Le plan est la limite de séparation entre la surface convexe et la surface concave. Il est très difficile d'obtenir un plan parfait; et de même il est plus aisé d'exécuter un cercle régulier qu'une ligne parfaitement droite. Une difficulté analogue se rencontre dans la confection des miroirs paraboliques pour les grands télescopes; car la forme parabolique, intermédiaire entre la forme hyperbolique et la forme elliptique, est très malaisée à obtenir. Mettez une tige dont le bout n'est pas cylindrique, dans un trou de forme non circulaire, et imprimez à cette tige un mouvement continuel de ro-

tation sur son axe; ces deux corps, ainsi placés, auront une tendance à devenir coniques ou à présenter des sections circulaires. Tournez un morceau de fer triangulaire dans un trou circulaire, les angles du morceau de fer s'useront, et il finira par prendre une forme conique. Ce peu d'exemples, sans démontrer entièrement la perfection du travail exécuté par le tour, suffira au moins pour en donner un aperçu.

CHAPITRE XI.

De l'art de copier d'après un modèle donné.

82. Les deux avantages spéciaux des machines que nous venons d'exposer dans les chapitres précédens se rattachent à un principe d'une application très fréquente dans l'industrie, et qui, plus que tout autre, contribue à diminuer le prix de la production. Ce principe, c'est celui de l'imitation, en prenant ce mot dans son acception la plus étendue. Dans ses applications variées, des soins presque infinis doivent être consacrés au perfectionnement du type original qui doit produire une certaine quantité d'imitations ou de copies : plus grand doit être leur nombre, et plus il faut prodiguer de peines et de soins à l'original. Aussi arrive-t-il souvent que l'instrument producteur coûte cinq mille et même dix mille fois autant que chacune de ses productions séparées.

Ce principe est d'une si haute importance, d'un usage si général dans les Arts, qu'il nous semble convenable de décrire, dans ce chapitre, un grand nombre de procédés industriels où il est mis en usage. Le tableau suivant n'en offre

point toutefois la liste complète, et nous bornerons nos explications aux détails rigoureusement nécessaires à l'intelligence du sujet.

L'art de copier embrasse les arts compris sous les dénominations suivantes :

L'art d'imprimer avec des formes creuses ;
L'art d'imprimer avec des surfaces planes ;
L'art du Fondeur ;
L'art du Mouleur ;
L'art d'estamper par percussion ;
L'art de découper à l'emporte-pièce ;
Les divers procédés d'étirage ;
L'art de copier en changeant les dimensions.

ART D'IMPRIMER AVEC DES FORMES CREUSES.

83. L'art de l'Imprimeur, considéré dans toutes ses parties, est essentiellement un art d'imitation. Sous ces deux grandes divisions que nous avons établies, l'impression au moyen de lignes creuses, comme dans la gravure sur cuivre, et l'impression avec des lignes saillantes, comme dans l'imprimerie ordinaire, il comprend lui-même un grand nombre d'arts et de procédés que nous allons indiquer successivement.

84. *Gravure sur cuivre.* — Dans cet art, des lignes creuses sont tracées sur le cuivre et imprégnées d'une sorte d'encre qu'elles transmettent au papier au moyen d'une forte pression.

Un artiste consacre quelquefois le travail d'une ou deux années à graver une planche qui souvent ne produit pas plus de cinq cents épreuves dans un état complet de perfection.

85. *Gravure sur acier.* — La gravure sur acier a beaucoup d'analogie avec la gravure sur cuivre; mais ici le nombre des épreuves que fournit une seule planche est beaucoup moins limité. Une planche de cuivre ne pourrait fournir plus de trois mille billets de banque sans altération sensible, tandis que l'on cite l'exemple de ces deux billets de banque gravés sur acier qui furent soumis à l'examen d'un de nos artistes les plus distingués (M. Lowry), sans que celui-ci pût décider avec certitude lequel des deux avait été tiré le premier; et cependant l'un de ces billets était une épreuve prise dans le premier mille; l'autre avait été fait après le tirage de soixante-dix et même quatre-vingt mille billets.

86. *Art de graver et d'imprimer la musique.*— On imprime ordinairement la musique au moyen de planches d'étain sur lesquelles les caractères ont été marqués avec des poinçons d'acier; mais l'étain étant beaucoup plus tendre que le cuivre, est susceptible de prendre des raies qui retiennent une petite partie de l'encre d'impression, et de là vient cette apparence peu nette que présente la musique imprimée. Pour éviter cet inconvénient, M. Cowper a inventé un nouveau procédé

qui donne plus de netteté aux caractères, et qui tient à l'art d'imprimer par des surfaces planes, comme l'impression sur toile que nous décrirons plus loin. Outre cette méthode généralement usitée d'imprimer la musique avec des planches d'étain, il en existe encore d'autres moins répandues: par exemple quelquefois on lithographie la musique, ou bien on l'imprime avec des caractères mobiles; dans quelques occasions on imprime d'abord les caractères de musique, et ensuite les lignes. On peut voir des exemples de ces deux derniers modes d'impression dans la magnifique collection de Bodoni, le célèbre imprimeur de Parme. Mais, malgré le soin particulier mis à l'exécution du travail, on reconnaît encore un défaut perpétuel de continuité dans les lignes; défaut qui provient de l'emploi des caractères mobiles, et qui se présente surtout quand les caractères et les lignes ont été imprimés en même temps.

87. *Impressions sur toile de coton.* — On imprime sur la toile de coton avec des cylindres de cuivre de quatre à cinq pouces de diamètre, sur lesquels on a gravé le dessin que doit recevoir la toile. Le cylindre se charge de mordant d'un côté, et avant que ce côté touche la toile, l'excès de mordant est enlevé par un racloir élastique en cuir qui presse fortement contre le cylindre. Une pièce de toile de vingt-et-une aunes de long est ainsi imprimée en quatre ou cinq minutes.

88. *Impression par des feuilles de cuivre découpées.* — On découpe quelquefois des feuilles minces de cuivre, de manière à former des lettres, par exemple les lettres qui composent un certain nom qu'on veut marquer sur une matière quelconque. Les lettres ainsi découpées sont appliquées sur cette matière, et frottées avec une brosse trempée dans la couleur : celle-ci pénètre dans les portions découpées, et le nom se trouve tracé sur la matière placée au-dessous. Ce procédé, dont le résultat est toujours assez imparfait, s'emploie quelquefois pour le papier de tenture, et surtout pour les bordures. C'est assurément le moyen le plus économique pour assortir une nouvelle bordure avec une bordure ancienne.

89. On peut faire sur le papier des impressions colorées de feuilles d'arbres, par un moyen qui tient à l'art d'imprimer par des surfaces. On choisit des feuilles qui présentent des inégalités sensibles, et, au moyen d'un tampon, l'on couvre leurs parties saillantes d'une sorte de pâte broyée dans l'huile de lin. On place la feuille entre deux feuilles de papier, et, en la pressant fortement, ses parties saillantes s'impriment de chaque côté sur la feuille de papier contre laquelle elles se trouvent porter.

90. Les beaux mouchoirs rouges de coton qui s'apprêtent à Glasgow, reçoivent leur dessin par un procédé analogue au précédent; mais avec

cette différence qu'au lieu d'imprimer d'après un dessin donné, on enlève aux pièces déjà teintes une partie de leur couleur. Pour cela on presse fortement une certaine quantité de mouchoirs entre deux plaques de métal percées l'une et l'autre semblablement de petits trous circulaires ou en forme de lozanges, suivant le dessin donné; puis, dans la plaque supérieure, qui est entourée d'un rebord, on verse un liquide (1) qui a la propriété d'enlever la couleur rouge. Ce liquide passe dans les trous de la plaque et traverse toutes les pièces de toile, mais sans se répandre au-delà de leurs bords, à cause de la forte pression que lui opposent sur ce point les parties extérieures des plaques qui n'ont pas été trouées. Après cette opération on lave les mouchoirs, et chacun porte l'empreinte exacte du dessin que forment les trous ménagés dans le métal.

91. Une autre méthode pour former un dessin, en enlevant une partie de la couleur d'une pièce teinte auparavant, consiste à imprimer sur cette pièce un dessin avec une pâte particulière. Puis on passe la pièce au bain de mordant, et elle prend une couleur uniforme. Mais la pâte a garanti de l'action du mordant les fibres du coton qu'elle couvre; et quand la pièce ainsi teinte est bien lavée,

(1) Du chlore.

la pâte se dissout, et laisse sans couleur les parties de la pièce sur lesquelles elle a été appliquée.

ART D'IMPRIMER AVEC DES SURFACES PLANES.

Sous ce titre général viennent se ranger un plus grand nombre d'arts qu'on ne l'a remarqué jusqu'ici.

92. *Art de graver ou d'imprimer sur bois.* — Dans cet art, le modèle est une planche de buis sur laquelle on trace le dessin original, et que l'on creuse ensuite avec des instrumens affilés, de manière à laisser seulement en relief les lignes qu'on veut représenter. Cette méthode, comme l'on voit, est tout-à-fait inverse du procédé suivi dans la gravure sur cuivre, où chaque ligne qui doit paraître sur l'épreuve est creusée dans la planche. L'opération de la gravure sur bois s'achève en mettant l'encre sur les parties saillantes et non dans les parties creuses, et transmettant ensuite cette encre au papier.

93. *Imprimerie en caractères mobiles.*—Cet art, par son influence, est le plus important de tous les arts d'imitation. Il présente une particularité remarquable : c'est l'immense subdivision des parties qui forment le type original. Après que le modèle primitif a fourni un millier d'épreuves ou de copies, ses élémens peuvent être disposés et

redisposés suivant tout autre arrangement, et former ainsi une multitude d'autres modèles primitifs, dont chacun fournit des milliers de ses propres épreuves.

94. *Stéréotypie.* — Ce moyen de copier est analogue au précédent. Il existe deux méthodes pour faire des planches stéréotypes. Dans la méthode ordinaire, on prend un moule en plâtre des caractères mobiles, et l'on coule la planche dans ce moule. L'autre méthode a été pratiquée en France. Au lieu de composer l'ouvrage avec des caractères mobiles, on le compose avec des matrices mobiles en cuivre, chacune de ces matrices étant un petit morceau de cuivre qui a les mêmes dimensions que le caractère, et qui porte en creux l'empreinte de la lettre, tandis que le caractère présente cette même empreinte en relief. Il est évident que, par cette disposition des matrices, on peut obtenir de suite une planche stéréotype. La seule objection contre cette méthode, c'est qu'elle exige une grande dépense pour avoir à la fois une si forte quantité de matrices.

Comme, dans les planches stéréotypes, la composition primitive ne peut se modifier aisément, ce procédé s'applique avec avantage seulement au cas où il faut tirer un grand nombre d'exemplaires, ou encore à celui où l'ouvrage qu'on doit imprimer est formé tout entier de chiffres, dont l'exacte représentation est d'une grande importance. Ce-

pendant les planches stéréotypes peuvent de temps en temps subir quelques légères modifications, et c'est ainsi que les tables logarithmiques peuvent devenir parfaites à la longue, par l'extirpation graduelle des fautes qui ont pu s'y glisser. Ce mode d'imprimer possède, comme le précédent, l'avantage de pouvoir être employé concurremment avec la gravure sur bois, qui réussit également bien dans les planches stéréotypes et dans les planches à caractères mobiles. Cette union est d'une grande importance, et la gravure sur cuivre ne peut s'y prêter aucunement.

95. *Lettres sur la couverture des livres.* — Les lettres d'or que l'on voit sur le dos des livres se forment en plaçant sur le cuir une petite feuille d'or battu, et la pressant avec des lettres de cuivre auparavant chauffées. La portion de l'or qui se trouve sous ces lettres adhère au cuir, et le reste s'enlève facilement. Quand on doit faire cette opération sur un grand nombre d'exemplaires d'un même volume, il est plus économique d'avoir un modèle de cuivre fondu avec le titre entier; on place cette petite planche de cuivre sous une presse; on la maintient à un certain degré de chaleur, et les couvertures des exemplaires viennent successivement, avec leur petite feuille d'or placée convenablement, passer sous la planche de cuivre et recevoir l'empreinte. C'est ainsi qu'ont été exécutées les lettres en or placées

sur le dos de l'ouvrage que tient maintenant le lecteur.

96. *Impression sur toile de coton.* — On fixe sur une planche de petits morceaux de fil de cuivre de diverses formes, en les disposant suivant le dessin demandé, et leur donnant à tous une même hauteur, un huitième de pouce environ, au-dessus de la surface de la planche. On pose celle-ci sur une étoffe de laine fine qui porte la couleur demandée, et les petits fils de cuivre prennent une partie de cette couleur qu'ils reportent ensuite sur la toile à imprimer. La première méthode d'imprimer sur toile que nous avons citée, ne comportait qu'un genre de couleur; mais il n'en est pas de même de cette deuxième méthode. Par exemple, quand une rose a été imprimée avec une planche disposée comme on vient de le dire, les feuilles peuvent se faire immédiatement avec une autre couleur placée sur une autre planche semblable à la première.

97. *Impression sur toile cirée.* — La toile grossière qui forme la base de la toile cirée est couverte d'un fond de couleur uniforme; sur ce fond on applique diverses figures, en se servant d'un patron tracé sur une planche semblable à celle de l'imprimeur sur toile. Pour chaque couleur il faut une planche distincte; aussi les toiles cirées où les couleurs sont le plus variées, sont-elles les plus chères.

Il existe encore quelques autres variétés de l'art d'imprimer, que nous citerons rapidement, comme étant aussi de la classe des arts d'imitation. Ces arts ou procédés ne tiennent pas précisément à l'art d'imprimer par surface proprement dite; mais cependant ils ont plus d'analogie avec lui qu'avec l'art de la gravure sur cuivre, type de l'autre division que nous avons établie.

98. *Moyens de copier les lettres.* — Il y en a deux connus. Dans l'un, on mouille une feuille mince de papier; on la place sur l'écriture qu'on veut copier; puis on passe les deux feuilles sous une presse à cylindre qui enlève une portion de l'encre de l'une, et la transporte sur l'autre. La copie est ainsi faite à l'envers; mais comme la feuille où elle est écrite est très mince, l'écriture se lit dans le sens ordinaire à travers son épaisseur. L'autre moyen consiste à se servir d'une feuille de papier enduite de chaque côté d'une composition où il entre du noir de fumée, et qu'on place entre une feuille de papier mince et le papier sur lequel on veut écrire une lettre. En écrivant avec une pointe dure sur la feuille mince qui est par-dessus, le papier préparé imprime les lettres sur les deux feuilles, et la transparence de la feuille supérieure, qui reste comme copie, permet de lire l'écriture qui est de l'autre côté. Ces deux moyens sont très limités dans leurs applica-

tions, puisqu'ils n'admettent que deux ou trois copies.

Impression sur porcelaine. — Cet art a pris une très grande extension. Comme les surfaces des objets qui doivent être imprimés sont souvent courbes, et quelquefois même présentent des cannelures, la gravure sur cuivre qu'on veut imiter est tirée sur une matière flexible, telle qu'une feuille de papier, ou une pâte élastique formée de gélatine et de mélasse; elle est de suite appliquée sur la porcelaine non cuite, qui de cette manière absorbe la couleur plus promptement.

100. *Lithographie.* — Voici encore un nouveau moyen de produire un nombre indéterminé de copies d'un même original. Ici cet original est un dessin exécuté sur une pierre de nature poreuse, et l'encre employée pour le tracer est composée de matières grasses, de sorte qu'en répandant de l'eau sur la pierre, les traits du dessin restent parfaitement secs. Sur la pierre ainsi mouillée on fait passer un rouleau couvert d'une sorte d'encre qui, étant aussi grasse et huileuse, s'attache aux traits du dessin faits avec une encre analogue, et laisse intactes les parties nettes de la pierre, couvertes entièrement d'eau. Ceci fait, on place sur la pierre une feuille de papier, et l'on met le tout sous une presse qui transmet au papier l'encre déposée par le rouleau, sans que l'encre du dessin primitif cesse de rester adhérente à la pierre.

101. On n'a pas fait assez d'attention jusqu'ici à un genre particulier d'application de la lithographie, qui peut-être a besoin de nouveaux essais pour arriver à sa perfection. C'est la réimpression des ouvrages, à leur arrivée des pays étrangers. Ainsi, il y a quelques années, on réimprimait, par le moyen de la lithographie, un des journaux de Paris, à son arrivée à Bruxelles. Quand l'encre qui couvre la feuille est encore fraîche, cette opération est aisée. Il faut seulement placer la feuille sur une pierre lithographique, et la presser fortement sous une presse à rouleau. La pierre absorbe ainsi une quantité suffisante de l'encre d'imprimerie. On copie de même le revers de la feuille sur une autre pierre, et de suite les deux pierres peuvent fournir des épreuves à la manière ordinaire. Si les frais de l'impression lithographique, pour des milliers d'épreuves pouvaient ne pas dépasser ceux de l'imprimerie ordinaire, nul doute que ce procédé ne pût s'employer avec avantage pour la publication d'une même production littéraire, dans des pays éloignés où l'on parle la même langue. Pour cela, il suffirait d'un seul exemplaire de l'ouvrage imprimé avec l'encre autographique, qui est la plus convenable pour cet objet; et alors un ouvrage anglais, par exemple, pourrait paraître en Amérique, réimprimé par la lithographie, le même jour où l'original paraîtrait en Angleterre, imprimé

à la manière ordinaire avec des caractères mobiles.

102. Il serait aussi bien à désirer qu'on pût appliquer un moyen semblable à produire des espèces de *fac-simile* d'anciens ouvrages devenus rares. L'opération nécessiterait, il est vrai, le sacrifice de deux exemplaires, puisqu'à chaque page lithographiée, un feuillet du livre devrait être détruit. Ce moyen serait surtout utile pour les tables logarithmiques, dont la réimpression est très coûteuse et sujette à introduire dans le texte beaucoup d'erreurs. Mais, pour obtenir ce résultat, il faudrait savoir par expérience combien de temps l'encre conserve la faculté de passer du papier imprimé à la pierre lithographique. Le plus grand obstacle proviendrait probablement de la disparition de la partie grasse de l'encre, dans les caractères des anciens ouvrages; mais cet élément pourrait peut-être se restituer un jour par des moyens chimiques, ou, si l'on ne pouvait y réussir, on pourrait chercher quelque substance qui aurait assez d'affinité pour le carbone de l'encre qui reste sur le papier, et n'en aurait pas pour le papier lui-même (1).

103. On a quelquefois exécuté des lithographies coloriées. Dans ce cas, il faut une pierre

(1) Je possède une copie lithographiée d'une page d'une table logarithmique, qui, d'après la forme du caractère, semble avoir été imprimée depuis plusieurs années. (A)

séparée pour chaque couleur, et il faut beaucoup de soin ou une machine parfaite, pour que le papier s'applique convenablement sur chaque pierre. Si l'on découvrait deux couleurs qui ne pussent se mêler ensemble, on pourrait employer pour toutes deux une seule pierre, ou bien, à chaque couleur, après la première, on pourrait faire, au rouleau qui la porterait, des entailles correspondantes aux parties de la pierre déjà couvertes des premières couleurs; on pourrait ainsi imprimer toutes les couleurs sur une même pierre. Mais de semblables procédés ne paraissent pas promettre de bons résultats, excepté pour les dessins grossiers.

104. *Impression des registres.* — Quand on imprime, au moyen de formes en bois ou de planches stéréotypes, il faut quelquefois imprimer le même dessin sur les deux faces d'une feuille de papier, de manière à le reproduire à l'envers aussi exactement que si l'encre avait pénétré le papier et rendait visibles les lignes de l'autre côté. C'est ce qui se fait particulièrement dans l'impression des registres, et ce qui se fait très simplement, quoiqu'il semble au premier coup d'œil très difficile d'obtenir cette superposition exacte des deux images, et d'éviter la plus légère différence, même lorsqu'il s'agit de traits assez délicats. A cet effet, la forme qui doit imprimer est guidée au moyen d'une coulisse verticale

qui l'oblige à descendre toujours sur un même point de la table revêtue d'un cuir assez mince. On encre la forme, on la descend, et le cuir reçoit l'empreinte de la forme. Puis on remonte celle-ci, on l'encre de nouveau, et l'on place sur le cuir la feuille de papier à imprimer; de sorte qu'à la seconde descente de la forme, le papier se trouve imprimé sur les deux faces, d'un côté par la forme, de l'autre par le cuir. Dans cette opération, tout dépend, comme on voit, de l'emploi d'une matière molle, comme le cuir, qui puisse prendre à la forme le plus d'encre possible, et la céder ensuite entièrement au papier. Les épreuves sont souvent défectueuses sur le revers, et pour remédier autant que possible à cet inconvénient, on met plus d'encre sur la forme au premier qu'au second tirage.

ART DU FONDEUR.

105. L'art de fondre en versant des matières à l'état fluide dans un moule où elles se solidifient, est encore un art d'imitation, puisque la forme de l'objet produit par cette opération dépend entièrement de celle du modèle donné au fondeur.

106. *Art du fondeur sur métaux.*— Dans cet art on fait d'abord des modèles en bois ou en fer, d'après un dessin donné, et ensuite le moule à fondre, d'après ces mêmes modèles; de sorte que l'objet fondu lui-même est une copie du moule, et le

moule une copie du modèle. Quand on fond pour la fabrication courante, ou même pour des objets qui font partie de machines très parfaites, mais qui doivent être retouchés, cette similitude exacte des différentes copies entre elles, si recherchée dans les arts dont nous avons parlé plus haut, ne s'obtient pas du premier jet, et au fait, elle est fort peu nécessaire. Comme le métal éprouve un retrait en se réfroidissant, le modèle est toujours plus grand que la copie; et en tirant celle-ci du sable où elle a été fondue, elle laisse un vide un peu moindre que la cavité occupée primitivement par le modèle. Pour les objets plus petits, qui demandent plus de soin ou que l'on ne doit plus retoucher après qu'ils ont été fondus, on emploie un moule de métal fait avec une grande précision. Ainsi les balles de fusil, qui doivent être parfaitement rondes et unies, se fondent avec un instrument en fer qui porte un moule creux soigneusement travaillé, et, pour que le retrait ne nuise pas à la rondeur des balles, on laisse en fondant un jet extérieur qui fournit ce qui peut manquer de matière, et que l'on coupe après. Les jouets en plomb pour les enfans sont fondus de même dans des moules en cuivre où ont été gravées ou taillées les diverses figures que l'on voit représentées.

107. Voici un procédé très ingénieux, imaginé par M. Chantrey, pour représenter en bronze les petites branches des plantes les plus délicates. On

prend une petite branche de sapin ou de houx, une feuille de chou frisé, ou toute autre partie d'un végétal quelconque. On la suspend par une de ses extrémités dans un petit cylindre de papier, placé dans un autre petit cylindre d'étain de même forme, qui lui sert de support. Dans ce papier, on verse à différentes reprises de la vase de fond de rivière, la plus fine possible, entièrement séparée de toutes particules grossières, et mêlée avec de l'eau de manière à avoir une consistance de crème; à chaque fois que l'on verse, on remue soigneusement la plante, afin que ses feuilles se couvrent de cette espèce d'enduit, et qu'il ne reste pas de bulles d'air. Puis on fait sécher la plante et son moule, et l'enveloppe terreuse se resserre, en se séparant aisément du papier. Quand elle est sèche, on l'entoure de sable plus grossier, et, finalement, la petite plante, avec toutes ses feuilles, se trouve prise dans un moule parfait. Alors ce moule est séché avec soin, et chauffé graduellement jusqu'à la chaleur rouge. Comme, à l'extrémité de quelques-unes des feuilles ou des bourgeons, on a eu la précaution de laisser de petits fils pour pratiquer des trous d'air, on retire ces fils, et au moment où la plante entre en ignition, on dirige dans chaque trou un fort courant d'air. Ce courant convertit en acide carbonique la substance ligneuse des feuilles qui sont déjà carbonisées, et emporte toute la matière solide de la plante, laissant à sa place

un moule creux qui porte l'empreinte intérieure des détails les plus minutieux du végétal qui l'a habité quelque temps. Ceci terminé, et le moule étant encore à peu près à la chaleur rouge, on y verse le métal en fusion, dont le poids chasse par les trous le peu d'air qui pourrait rester encore à cette haute température, ou le comprime dans les pores très ouverts de la matière dont le moule est formé.

108. Quand l'objet qu'on veut fondre a une forme telle que le modèle ne peut être dégagé de son moule de sable ou de plâtre, il faut faire ce modèle avec de la cire ou toute autre substance aisément fusible. Autour de ce modèle on moule le sable ou le plâtre, et la cire, étant chauffée, s'écoule par une ouverture ménagée d'avance pour qu'elle puisse s'échapper.

109. Souvent on cherche à déterminer la forme intérieure des coquillages creux habités par les mollusques, tels que les coquilles en spirale et les diverses espèces de coraux. Pour y parvenir, on les remplit d'un métal fusible, et on dissout la substance de la coquille par l'acide muriatique; alors il ne reste plus que le métal solidifié qui a rempli exactement toutes les cavités. Si cette forme doit être reproduite en argent ou en tout autre métal d'une fusion difficile, on coule d'abord dans les coquillages de la cire ou de la résine, et l'on dissout l'enveloppe calcaire: la forme de cire qui reste devient le modèle sur lequel on fait un

moule en plâtre pour fondre le métal. Ces diverses opérations sont très délicates, et peut-être ne parviendrait-on bien à remplir les plus petites cavités qu'en plaçant ce coquillage sous un récipient où l'on aurait fait le vide.

110. *Art de couler en plâtre.*—L'art de couler en plâtre est susceptible de beaucoup d'applications. Il sert à produire une représentation exacte de la forme d'un homme ou d'une statue, ou encore d'un fossile rare ; objet auquel il a été dernièrement employé avec succès. En général, pour fondre un objet quelconque, il faut d'abord faire un moule, et presque toujours la substance employée dans cette opération, c'est le plâtre. Car la faculté qu'il possède de rester à l'état fluide pendant quelque temps, le rend merveilleusement propre à cet usage, et de plus, en huilant légèrement la surface sur laquelle il est répandu, fût-ce même un original fait en plâtre, on prévient de sa part toute adhésion incommode. Autour de l'objet à copier, on forme un moule par parties brisées, qu'on enlève en le décomposant, et qu'on rétablit ensuite pour fondre la copie. Grâce à ce procédé qui double la valeur et l'utilité des chefs-d'œuvre de l'art, les élèves de l'académie de Venise peuvent admirer à la fois et les figures d'Égine que l'on conserve dans la galerie de Munich, et ces marbres du Parthénon qui font l'orgueil de notre musée. Des plâtres pris sur les marbres d'Elgin or-

nent plusieurs musées du Continent, et la facilité de faire des présens semblables nous offre un moyen commode et peu dispendieux d'entretenir notre popularité (1).

111. *Art de couler en cire.*— Ce procédé s'emploie avec succès pour imiter beaucoup d'objets d'histoire naturelle. Les figures coulées en cire, et coloriées convenablement, présentent un air de réalité qui pourrait tromper même un œil exercé. A différentes époques on a exposé publiquement des figures de personnages remarquables ainsi faites, et leur ressemblance avec l'original était souvent frappante. Mais pour voir cet art porté à sa perfection, il faut examiner la belle collection de fruits de la Société d'Horticulture, et surtout le modèle de la magnifique fleur du nouveau genre appelé *rafflésia:* il faut examiner les modèles en cire des parties intérieures du corps humain, exposées dans la galerie d'anatomie au Jardin des Plantes de Paris, ou au Muséum de Florence; il faut voir la collection de modèles des maladies diverses, à l'Université de Bologne. L'art de copier en cire ne produit pas cette multitude de copies qui naissent de la répétition d'opérations semblables. Cette différence tient à ce que dans cet

(1) Expression de l'orgueil anglais, singulièrement appliquée au dépouillement des temples grecs par lord Elgin. (T.)

art, les opérations préliminaires seules ont le caractère d'imitation mécanique sur un modèle donné, tandis que les opérations suivantes n'ont plus ce caractère, et sont aussi plus coûteuses. La forme seule se fond au moule; la peinture dont elle est revêtue, est l'ouvrage du pinceau guidé par le talent de l'artiste.

ART DU MOULEUR.

112. Les arts présentent de nombreux exemples de l'opération du moulage, par laquelle on produit une quantité d'objets d'une ressemblance parfaite, quant à leur forme extérieure. Dans cette opération, les matières premières sont employées à l'état de pâte molle, comme la pâte d'argile; état qui tantôt leur est naturel, et tantôt provient d'une préparation artificielle. On les place dans un moule de la forme demandée, et on les y comprime par un moyen mécanique souvent aidé d'une haute température.

113. *Art du briquetier et du tuilier.*— Le moule à briques est une boîte oblongue faite en bois, et qui s'adapte sur une planchette fixée au banc du briquetier : cette planchette forme le fond du moule. Un manœuvre prépare l'espèce de mélange pâteux dont les briques sont faites, et le passe au briquetier, qui répand d'abord un peu de sable dans son moule, y jette l'argile avec une certaine

force, et la pétrit immédiatement avec ses doigts pour garnir complètement les angles du moule. Puis, avec un petit bâton mouillé, il racle le surplus de l'argile, et dépose la brique, en la secouant adroitement, sur une planche, d'où l'enlève un autre ouvrier pour la mettre au séchoir. Un habile mouleur peut quelquefois, dans un long jour d'été, fabriquer ainsi de dix à onze mille briques; mais le travail ordinaire, par jour, ne va qu'à cinq ou six mille. Le moulage des tuiles est semblable à celui des briques, seulement en emploie des matières moins grossières. On fait des tuiles de diverses sortes et de différentes formes. Dans les ruines de *Gour,* l'ancienne capitale du Bengale, on a trouvé des briques qui présentent des ornemens en relief, et qui paraissent avoir été faites au moule, et ensuite revêtues d'un vernis coloré. En Allemagne on a aussi exécuté des briques avec divers ornemens. Ainsi, la corniche de l'église Saint-Étienne à Berlin est faite avec de grandes briques moulées suivant le panneau donné par l'architecte. MM. Cubitt font ainsi, dans leur établissement de *Gray's-Inn Lane,* des vases, des corniches, des chapiteaux chargés de riches ornemens, et dont la matière égale la pierre elle-même en élasticité, en dureté et en durée.

114. *Moulage en relief, dans la fabrication de la porcelaine.* — La roue du potier ne peut exécuter toutes ces formes variées de l'élégante vaisselle

qui compose l'équipage indispensable du dîner ou du déjeuner. Ces ornemens en relief sur le bord des plats, ces formes polygonales, ces surfaces cannelées de plusieurs vases, ne pourraient s'exécuter que difficilement et à haut prix par la main de l'homme; mais leur fabrication devient aisée et régulière quand la pâte dont elles sont faites est comprimée encore molle dans un moule de matière dure. Il faut des soins, de l'adresse pour la confection de ce moule; mais tout est payé par la quantité d'objets qu'il produit. Souvent, dans la fabrication des porcelaines, on moule seulement une portion de l'objet, par exemple le dessus d'un plat, tandis que le dessous est fait au tour; ou bien dans un vase dont le corps se fait au tour, on moule seulement l'anse ou quelques ornemens.

115. *Cachets en verre.* — Il faut beaucoup de temps et d'habileté pour graver sur les pierres précieuses. Les cachets gravés sur pierre précieuse ne peuvent donc jamais devenir des objets communs; mais on en a fait des imitations plus ou moins ressemblantes; on a surtout réussi à donner au verre la couleur convenable. Pour faire les cachets, on chauffe dans la flamme d'une lampe d'émailleur un petit cylindre de verre, et quand son extrémité commence à fondre, l'ouvrier la saisit avec une paire de pinces de cuivre, dont l'une porte en relief l'empreinte de la figure destinée au cachet. Quand le verre a été chauffé con-

venablement, quand le moule a été bien travaillé, ces cachets de verre sont des imitations passables des cachets en pierres précieuses; on en a fabriqué de si grandes quantités, qu'à Birmingham les cachets communs ne valent que six sous la douzaine.

116. *Bouteilles carrées en verre.* — Les bouteilles ordinaires, les flacons, et généralement tous les objets fabriqués en verre, ont une forme ronde due à l'expansion de l'air qu'y introduit l'ouvrier en les soufflant. Mais quelquefois on demande des bouteilles de forme carrée, et toutes exactement de même capacité. De plus, souvent lorsqu'elles doivent contenir des préparations médicales ou certains liquides particuliers, on désire qu'elles portent l'empreinte du nom de celui qui prépare ces sortes de liquides. A cet effet, le verrier seprocure un moule de fer ou de cuivre de la dimension requise, et dans l'intérieur duquel sont gravés les noms indiqués. Ce moule, qu'on emploie à chaud, s'ouvre en deux parties pour recevoir la bouteille imparfaite, au moment où elle vient d'être soufflée ronde et tient encore au tube de fer du souffleur. Aussitôt le moule se ferme, et l'ouvrier soufflant fortement dans la bouteille, force le verre, encore à l'état de demi-fusion, de garnir exactement les angles du carré où il est renfermé.

117. *Tabatières en bois.* — Le bas prix des tabatières ornées de dessins prouve qu'elles se

font à la mécanique et ne sont que des imitations de reliefs en bois ou d'objets tournés au tour à figures. Elles sont formées de bois ou de corne que l'on ramollit en les maintenant long-temps dans l'eau bouillante; puis on comprime fortement ces matières dans des moules de fer ou d'acier qui portent à l'intérieur le dessin demandé, et on les laisse soumises à une pression considérable, jusqu'à ce qu'elles soient complètement sèches.

118. *Manches de couteaux et de parapluies faits en corne.* — La faculté que possède la corne de se ramollir par l'action de l'eau et de la chaleur, la rend propre à beaucoup d'usages. Pressée dans un moule, cette matière se modifie à volonté et prend diverses figures en relief, suivant l'emploi auquel elle est destinée. Est-elle naturellement courbe, elle peut être redressée; est-elle naturellement droite, elle peut être pliée dans tous les sens pour un but quelconque d'utilité ou d'agrément; et le moule multiplie indéfiniment les formes qu'elle peut prendre. Les couteaux communs, les manches courbés pour les parapluies, cette foule d'autres ouvrages en corne qui se vendent si bon marché, sont des exemples frappans de l'économie qui est résultée de l'emploi du principe d'imitation dans le travail de cette matière.

119. *Objets moulés en écaille de tortue.* — On peut faire la même remarque sur les objets moulés en écaille de tortue de mer ou de terre;

mais comme la matière brute est ici beaucoup plus chère, on la travaille moins souvent au moule. Le peu de dessins en relief qu'on demande en écaille de tortue se font ordinairement à la main.

120. *Fabrication des pipes.* — Cet art bien simple est tout-à-fait un art d'imitation. Le moule est en fer, et divisé en deux parties qui embrassent chacune un côté de la pipe, et leur ligne de séparation se voit ordinairement sur les pipes, en les examinant d'un bout à l'autre. Le conduit creux qui vient aboutir à la coquille se pratique en introduisant un long fil de fer dans l'argile que renferme le moule. Souvent on grave dans l'intérieur de celui-ci des noms, des figures qui paraissent en relief sur la pipe une fois achevée.

121. *Impression en relief sur toile de coton.* — Les toiles de coton d'une seule couleur avec des dessins en relief ne se portent pas communément en Angleterre; mais elles sont recherchées à l'étranger. Ces toiles s'impriment en les passant entre deux cylindres, dont l'un est gravé; l'étoffe ainsi comprimée se trouve forcée de remplir les vides du cylindre, et conserve encore après un long usage, le dessin dont elle a reçu l'impression. C'est par un procédé analogue que l'on a donné cette apparence moirée à la toile qui recouvre ce livre. Un cylindre de métal à canon, sur lequel est gravé le dessin du moirage, est serré au moyen de vis

de pression, contre un autre cylindre formé de feuilles de papier gris comprimées fortement ensemble et tournées avec un grand soin. On imprime une rotation rapide à ces deux cylindres, celui de papier étant légèrement mouillé, et ce dernier, après quelques minutes, prend l'impression que porte le cylindre métallique; alors on passe la toile lustrée entre les cylindres, le côté brillant étant en contact avec le cylindre de métal échauffé par un fer rouge placé dans son intérieur. Quelquefois on moire les toiles, en plaçant deux pièces l'une sur l'autre dans une position telle que les fils longitudinaux se croisent mutuellement, et dans cet état on les presse fortement entre deux rouleaux. Les fils d'une des pièces laissent des marques sur les fils de l'autre, mais le dessin n'est jamais aussi bien marqué que par le premier procédé.

122. *Impression en relief sur le cuir.* — Cet art a beaucoup d'analogie avec le précédent. De même, le dessin original est gravé sur des cylin dres d'acier; une partie du cuir entre de force dans les parties creuses de ces cylindres, et le reste est fortement comprimé par leur pression.

123. *Calibres.* — Le forgeur a aussi sa méthode pour imiter les objets. Quand il veut façonner son fer ou son acier suivant la forme qui lui est demandée, il se sert de petites plaques d'acier où sont creusés des trous de différentes formes; ces

plaques s'appellent des *calibres*, et sont réunies ordinairement deux ensemble. Ainsi il a ses calibres pour faire les verrous, qui ont ordinairement la forme d'une tige ronde, terminée par un bout cylindrique plus large, et avec une ou plusieurs pattes saillantes. Quand il a chauffé le bout de son fer, et qu'il l'a refoulé pour le rendre plus épais, il en met l'extrémité dans le calibre, et tandis que son aide tient l'autre partie du calibre, pour que le fer reste bien fixe, il frappe celui-ci avec son marteau, à toute volée. Le fer ramolli par la chaleur entre à force de coups dans le moule, dont il prend la forme exactement.

124. *Gravure par la pression.* — Voici une des applications les plus belles et les plus étendues du principe de l'imitation; délicatesse d'exécution, précision de la copie en transmettant les traits les plus fins de l'original, de l'acier au cuivre, ou de l'acier trempé à l'acier non trempé, tout y est surprenant. On doit à M. Perkins un grand nombre des inventions ingénieuses qui ont de suite porté cet art à sa perfection presque définitive. La gravure est d'abord faite sur acier non trempé; cet acier se trempe ensuite par un procédé particulier, sans altérer le moins du monde la délicatesse de la gravure; puis la planche est soumise à la pression d'un cylindre d'acier non trempé, qui la parcourt dans toute son étendue, et prend sur son développement l'empreinte du

dessin en relief. Ce cylindre, à son tour, est trempé sans que le dessin éprouve le moindre changement; puis on le fait rouler lentement sur des planches de cuivre, et par l'effet de la pression énergique qu'on exerce sur lui, il imprime sur chacune d'elles une copie parfaite de l'original, produisant ainsi des milliers d'originaux qui peuvent chacun produire à l'infini des milliers de copies. Mais ce n'est rien encore; cet art surprenant est susceptible d'une bien autre extension. Le cylindre d'acier trempé qui présente le dessin en relief peut faire quelques-unes de ses premières épreuves sur des planches d'acier non trempé; ces planches étant trempées deviennent identiques avec la planche primitive, et chacune à son tour peut devenir mère d'autres cylindres qui enfantent chacun des milliers de planches de cuivre, comme le modèle primitif. L'extension que peut atteindre ainsi la répétition des *fac-simile* d'une même gravure confond l'imagination, et paraît tout-à-fait illimitée dans ses applications pratiques.

M. Perkins a proposé le premier d'appliquer cet art ingénieux à la confection des billets de banque, et en effet il présente deux avantages spéciaux qui rendent très difficile la contrefaçon de ces billets. L'un est l'identité rigoureuse de toutes les épreuves qu'il fournit, identité qui fait de la moindre différence dans le plus petit trait un caractère infaillible pour découvrir de suite la fraude;

l'autre est le mode particulier de confection de la planche, qui peut être travaillée par le concours des artistes les plus distingués, chacun dans sa partie, sans que la dépense nécessaire pour l'accomplissement de cette œuvre si parfaite, si soignée, puisse être de la moindre importance, étant répartie sur cette multitude d'épreuves qu'une seule planche peut produire.

125. Toutefois, on doit le reconnaître, quelle que soit l'ingénieuse complication d'une gravure, d'un dessin imprimé quelconque, le principe de l'imitation même contient le germe du procédé qui permettra de l'imiter; et c'est là une difficulté qui n'a jamais été attaquée franchement par aucune des inventions proposées pour empêcher la contrefaçon des billets de banque. Si l'on cherchait à imiter le billet de banque le plus parfait possible, la première opération consisterait à le placer, du côté imprimé, sur une pierre, ou en général sur une matière telle qu'étant comprimée dans une presse à cylindre, le papier y resterait fixé solidement. La deuxième opération consisterait à découvrir quelque réactif qui pût dissoudre le papier sans attaquer ni l'encre d'impression ni la pierre ou la matière sur laquelle elle serait fixée. A défaut de l'eau, qui remplacerait mal cet objet, on pourrait peut-être essayer une dissolution acide ou alcaline un peu faible. Si ces essais étaient heureux, si la pierre ou la matière employée pouvait de-

plus servir à imprimer, on pourrait faire d'innombrables *fac-simile* des billets de banque, et l'imitation serait complète.

Une matière qui semblerait propre en quelque façon à des essais de ce genre, c'est la pâte de porcelaine, qu'on a employée dernièrement dans les *agenda*, pour écrire avec de la mine de plomb; car sa porosité peut être diminuée à volonté en concentrant le vernis dont elle est recouverte.

126. *Moulage en or et en argent.* — Les moulures d'orfèvrerie se font en faisant passer des lames minces de métal dans un petit laminoir à cylindres d'acier gravés en creux ou en relief; on obtient ainsi une suite de copies d'un dessin quelconque.

127. *Papier de tenture.* — Les papiers pour la reliûre des livres, et généralement les papiers de tenture, sont des papiers coloriés ou revêtus d'une feuille mince d'or ou d'argent, et qui portent en relief l'empreinte de différens dessins. Toutes les figures qu'ils présentent sont imprimées par un procédé analogue au précédent, en les soumettant à la pression de deux cylindres d'acier.

ART D'ESTAMPER PAR PERCUSSION.

128. Cette nouvelle méthode d'imitation est très répandue. Dans ses applications, on se sert de grandes presses à vis ou balanciers, qui sont armées d'un volant assez pesant. Ordinairement la

matière qui reçoit l'empreinte est un métal, et l'opération exige quelquefois qu'il soit ramolli à l'aide de la chaleur : il existe même un cas où le métal est frappé dans un état intermédiaire entre l'état solide et l'état de fluidité complète.

129. *Monnaies et médailles.* — La fabrication des monnaies en général se fait comme nous venons de le dire. Les balanciers sont mis en action par des bras, par l'eau, par la vapeur. Comme exemple de la puissance de leur production, on peut citer l'appareil envoyé à Calcutta il y a quelques années; il pouvait frapper 200,000 pièces par jour. On fait de même les médailles où la figure en relief doit plus ressortir que sur le métal monnayé; mais il est rare qu'un seul coup suffise pour que l'empreinte soit parfaite; et, d'un autre côté, le métal comprimé au premier coup devient trop dur pour qu'il puisse recevoir d'autres coups successifs, sans que la beauté du coin ne soit altérée. Pour parer à cet inconvénient, après le premier coup, on met le métal dans un four, où il est chauffé fortement; ainsi ramolli, il est replacé entre les coins, et reçoit une suite de coups. Pour de grandes médailles, pour les médailles où la figure est très saillante, il faut répéter plusieurs fois cette opération. Une des plus grandes qu'on ait frappées jusqu'à ce jour a dû même subir cent fois cette opération avant d'être achevée entièrement.

130. *Ornemens pour habits et fournimens militaires.* — Ces ornemens sont faits en cuivre ordinairement. Le cuivre, en plaque ou en feuille, est placé entre deux coins, et un fort poids tombe de la hauteur de 5 à 15 pieds sur le coin supérieur.

131. *Boutons et têtes de clous.* — On fait de même les boutons qui portent en relief des armoiries ou tel autre dessin. D'autres, qui sont des boutons simples, reçoivent une forme hémisphérique des coins entre lesquels ils sont frappés. On fait par un moyen analogue les têtes de certaines espèces de clous, qui ont la forme d'un segment de sphère ou d'une section de polyèdre.

132. *Cliché.* — Ce procédé curieux est usité en France et s'applique à la confection des médailles, quelquefois aussi à la formation des planches stéréotypes. Quand on chauffe certains alliages d'antimoine, de plomb et d'étain, on trouve qu'à un certain degré de chaleur au-dessous du point de fusion, ils sont déjà dans un état intermédiaire entre l'état solide et l'état fluide. Un alliage semblable, ainsi amené à l'état pâteux, est placé dans une espèce de caisse et sous un coin qui le frappe avec une force considérable. Le métal frappé entre dans les moindres lignes gravées sur la surface du coin, et le refroidissement qu'il éprouve par le contact solidifie à l'instant toute la masse à demi fondue. Le coup jette bien une partie du métal de divers côtés, mais

les bords de la caisse la retiennent. L'empreinte ainsi obtenue est d'une vivacité admirable, mais elle n'a pas le fini d'une pièce qui sort du balancier ordinaire. Les contours en sont baveux; il faut encore la polir et égaliser son épaisseur au tour.

ART DE PERCER A L'EMPORTE-PIÈCE.

133. Cette méthode de copier consiste à enfoncer, par pression ou par percussion, un poinçon d'acier dans la matière que l'on veut percer. Tantôt cette opération a pour but de pratiquer plusieurs ouvertures semblables, et la matière découpée est rebutée comme inutile; tantôt ce sont ces petits morceaux ainsi découpés qui font l'objet du travail de l'ouvrier.

134. *Machines à percer les plaques de tôle pour les chaudières à vapeur.* — Le poinçon d'acier ou l'emporte-pièce a ordinairement de 9 à 18 centimètres de diamètre, et chacun de ses coups détache de la plaque de tôle une rondelle de 6 à 16 centimètres d'épaisseur.

135. *Art de percer le fer étamé.* — Ces découpures à jour qui ornent la vaisselle d'étain ou de porcelaine sont rarement travaillées par l'ouvrier qui fabrique la vaisselle même. Cette opération se fait, à Londres, avec de petits balanciers qui découpent le dessin dans la pièce, et elle y constitue un métier particulier. C'est ainsi que se percent les

passoires, les filtres à vin, les bordures qu'on met aux habits des domestiques, et autres objets semblables en fer-blanc. Ce travail s'exécute avec une perfection et une régularité étonnantes. On est arrivé à percer dans des feuilles de cuivre une quantité si considérable de petits trous d'un quart de millimètre de diamètre, qu'il reste moins de métal à la feuille qu'il n'y en a de découpé. On a été même jusqu'à percer plus de trois mille trous par pouce carré, dans des plaques de fer-blanc.

136. Les incrustations de cuivre et de bois de rose qui se voient dans les *meubles de boule* et qui ornent nos appartemens, se font aussi à l'emporte-pièce; mais ici on emploie à la fois le morceau enlevé et le morceau qui reste à la pièce. Dans les exemples suivans de l'art de percer à l'emporte-pièce, la partie enlevée est celle dont on fait usage.

137. *Bourres en carton pour les fusils.* — On a trouvé beaucoup d'avantage dans la substitution d'une rondelle de carton au papier, pour bourrer les fusils de chasse; mais cet avantage tient surtout à l'invention d'un moyen facile de découper une quantité infinie de rondelles en carton toutes de même dimension et remplissant exactement le vide du canon. Le petit outil d'acier qu'on a imaginé pour cet objet, découpe des quantités innombrables de rondelles semblables à son extrémité tranchante, et chacune de ces rondelles remplit

exactement le canon du calibre pour lequel elle est faite.

138. *Ornemens en papier d'or.* — Ces étoiles, ces feuilles d'or et ces autres décors faits en papier ou en carton, qui se vendent dans les boutiques comme objets d'ornement ou de fantaisie, se découpent de même dans des feuilles de papier ou de carton doré, et avec des instrumens de forme différente.

139. *Chaînes d'acier.* — Les chaînes qui unissent le ressort et la fusée dans les montres et les pendules sont composées de petites pièces d'acier qui toutes doivent être de dimensions exactement pareilles. Les chaînons sont de deux sortes : les uns sont formés d'une petite pièce d'acier plus longue que large, avec deux trous aux extrémités; les autres sont composés de deux pièces semblables, tenues à une petite distance l'une de l'autre par deux petits rivets. Ces deux sortes de chaînons se succèdent alternativement, et la pièce simple qui forme le premier a son bout placé entre les bouts des deux autres; de sorte qu'un même rivet réunit les trois pièces. Si les trous des rivets dans les pièces du chaînon double étaient percés à inégale distance, la chaîne ne serait pas droite et ne remplirait pas ainsi l'objet auquel elle est destinée.

DES PROCÉDÉS D'ÉTIRAGE.

140. Les divers procédés d'étirage sont encore des manières d'imiter qui présentent, il est vrai, peu d'analogie entre la copie et l'original ; c'est seulement la section transversale de cette copie qui représente l'ouverture de l'instrument particulier où elle est étirée. Quand on opère sur une matière dure, on la fait passer successivement dans plusieurs ouvertures qu'on a soin de graisser par intervalles.

141. *Tréfilerie.* — Le métal qu'on veut convertir en fil de métal présente une forme cylindrique; il est étiré de force dans des trous circulaires percés dans des plaques d'acier, et appelés *filières;* à chaque passage il diminue d'épaisseur, et à la fin de l'opération sa section transversale sur un point quelconque est une copie exacte du dernier trou où il est passé. On peut remarquer souvent, sur les espèces de fils de métal les plus forts, des lignes très fines dans le sens de la longueur; elles proviennent d'un défaut léger dans les filières. Dans plusieurs arts on a besoin de fil de métal ou carré ou demi rond. Il se fait comme le fil rond, avec cette différence seule que les filières sont elles-mêmes carrées ou demi rondes, ou en général de la forme demandée pour le fil de métal. On fait ainsi une espèce de fil dont la section représente une étoile à six ou

douze rayons; on l'appelle *fil à pignon,* et il sert aux horlogers. Ce fil à rayons se tire d'un petit cylindre de cuivre qu'on emploie tout entier, jusqu'à un demi-pouce du bout. C'est avec ce fil qu'on fait les pignons d'horloges, et une fois passés dans la filière, les dents sont toutes brunies et achevées.

142. *Étirage des tuyaux.* — Un procédé analogue au précédent s'emploie pour faire des tuyaux de section uniforme. Le cuivre mince étant d'abord plié en rond, et soudé de manière à former un cylindre creux, si l'on veut rendre uniforme sa section extérieure, on le passe dans diverses ouvertures, comme dans l'étirage du fil de métal. Si c'est la section intérieure qui doit être uniforme, on fait entrer de force dans le tuyau des cylindres d'acier appelés *triblets*, que l'on y tire comme dans une filière. Dans la fabrication des tuyaux de cuivre pour les lunettes, il faut que l'intérieur et l'extérieur soient parfaitement uniformes. Pour cela on passe dans le tuyau un *triblet d'acier*, puis on les tire ensemble dans une suite de filières, jusqu'à ce que le diamètre extérieur soit réduit à la dimension demandée; et comme en passant dans les filières le métal du tuyau et le cylindre d'acier se trouvent fortement comprimés, en sortant de ce dernier la surface intérieure du tuyau se trouve également polie. Dans cette opération le tuyau de cuivre éprouve une extension considérable, et quelquefois il est doublé de longueur.

143. *Tuyaux de plomb.* — Autrefois l'on fondait les tuyaux de plomb pour les conduites d'eau; mais depuis on a trouvé qu'on les faisait mieux, et à meilleur marché, en les passant à la filière. On fond un cylindre de plomb de 2 pieds de long, et de 5 et 6 pouces de diamètre, en laissant un trou rond suivant son axe. Dans ce trou on fait entrer de force un *triblet* de fer de 15 pieds de long. Le tout est passé dans diverses filières, jusqu'à ce que le plomb s'étende d'un bout à l'autre du *triblet*, et soit d'une épaisseur proportionnée à la dimension voulue.

144. *Laminage du fer.* — Quand on veut des barres de fer rondes d'une épaisseur un peu forte, on passe le fer entre deux laminoirs qui portent chacun une gorge demi cylindrique, et qui, n'ayant jamais un contact parfait, laissent ordinairement paraître une ligne longitudinale sur la barre ainsi travaillée. On fabrique ainsi des barres de fer rondes, carrées, demi rondes, ovales, etc., suivant toutes les formes du commerce. On fait encore une espèce de fer moulé semblable au montant qui sépare dans une fenêtre deux carreaux de vitre voisins. Le fer étant bien plus fort que le bois, peut être réduit sensiblement en épaisseur, et présente ainsi moins d'obstacles à la lumière. On emploie beaucoup ce genre de fer pour les jours au haut des escaliers.

145. Quelquefois le fer laminé ne doit pas présenter une épaisseur uniforme sur toute sa lon-

gueur : telles sont les barres pour les chemins de fer, qui portent sur des supports répartis de distance en distance sur leur longueur totale, et qui doivent présenter plus d'épaisseur dans les parties les plus éloignées de ces supports. Ceci se fait en modifiant la profondeur de la gorge creusée dans les cylindres lamineurs, d'après le plus ou moins de force à donner au fer dans ses diverses parties; de sorte qu'en développant la rainure qui entoure chaque cylindre, on aurait un moule exact de la forme que doit présenter chaque portion de la barre comprise entre deux supports consécutifs (1).

146. *Vermicelle.* — Pour donner à cette pâte différentes formes, on la presse avec force contre des trous percés dans une plaque d'étain; la pâte passe, et paraît de l'autre côté en longs filamens. Le cuisinier et le confiseur font usage de moyens semblables, l'un pour mouler le beurre et la patisserie qu'on doit servir sur la table, l'autre pour former des tablettes, des lozanges, et d'autres figures en sucreries.

---

(1) Cette forme ondulée ne paraît pas aussi avantageuse dans la pratique qu'on l'avait d'abord pensé, et comme elle présente une grande difficulté d'exécution, on s'en est dispensé dans les chemins de fer construits en France, qui présentent des bandes d'épaisseur uniforme sur toute leur longueur. (T.)

DE L'ART DE COPIER EN MODIFIANT LES DIMENSIONS.

147. *Du pantographe.* — Cet instrument sert surtout à copier les dessins ou les cartes. Il est fort simple, et, quoique ordinairement il serve à réduire, il pourrait tout aussi bien donner des copies sur une plus grande échelle que l'original. L'automate qu'on a exposé à Londres il y a peu de temps, et qui dessinait le profil des curieux, agissait par un mécanisme fondé sur le même principe que le pantographe. Dans le mur opposé au siége de la personne dont on voulait prendre le profil, existait une petite ouverture qui communiquait à une *camera lucida* placée dans une chambre voisine. Au moyen de cet appareil, une personne cachée dans le même appartement, dessinait ce profil avec un crayon lié par un pantographe à la main de l'automate, et celui-ci dessinait en même temps ce même profil.

148. *Art du tourneur.* — L'art du tourneur me semble devoir être rangé parmi les arts d'imitation. La pièce principale d'un tour est un axe d'acier appelé *arbre du tour,* qui a une poulie fixée à son milieu, et qui porte d'un bout sur une pointe conique ou sur un collier cylindrique, et de l'autre sur un autre collier cylindrique qu'il traverse. Ce dernier bout est taraudé de manière à recevoir des pièces de diverses formes nommées *mandrins*, et destinées à retenir les objets que l'on veut tourner.

L'arbre tourne au moyen d'une courroie qui passe sur la poulie et sur une roue plus grande que fait aller le pied du tourneur, ou qui correspond à une roue d'eau ou à une machine à vapeur. Les ouvrages exécutés au tour se ressentent de la moindre irrégularité dans la rotation de l'arbre, et cette forme circulaire parfaite que doivent présenter toutes leurs sections, ne peut s'obtenir qu'avec une extrême attention à la position de l'arbre et du collier.

149. *Tour à figures.* — Cet art élégant peut être considéré comme un moyen de copier. Des plaques circulaires, appelées *rosettes,* et présentant diverses sinuosités sur leur contour, sont fixées sur l'arbre, qui a un certain jeu, et peut se mouvoir ou latéralement ou dans le sens vertical. Ces rosettes sont pressées par un ressort contre un obstacle fixe ou *touche* qui communique à l'arbre un mouvement d'oscillation, suivant les sinuosités des rosettes, et oblige le burin de tracer ces mêmes sinuosités sur la pièce fixée au mandrin. Comme ordinairement le burin est moins éloigné du centre de la machine que ne l'est le contour de la rosette, la copie est de beaucoup plus petite que l'original.

150. *Moyen de copier les coins des monnaies.*— On connaît depuis long-temps en France, et l'on emploie depuis quelque temps en Angleterre, une espèce de tour pour copier les coins. Dans cette machine, une pointe émoussée, pressée par un poids qui la fait entrer dans les moindres creux, se pro-

mène lentement sur toutes les parties du coin à copier, tandis qu'un burin, uni à cette pointe par la machine, parcourt en tous sens la surface d'une plaque d'acier non trempé, et y grave, sur une dimension égale ou plus petite, la figure empreinte sur l'original. Plus la copie est petite en proportion de l'original, plus elle est correcte. Ainsi, par cette méthode, le coin d'une couronne pourrait donner un coin passable pour des pièces de *six pence*. Mais le meilleur usage qu'on peut tirer de ce tour, c'est de l'employer à ébaucher; de sorte que le talent et l'adresse de l'artiste puissent être consacrés uniquement aux traits plus fins et plus délicats.

151. *Maehine à faire des souliers.* — On a proposé un instrument analogue pour faire des formes de souliers. On mettait dans une certaine partie de l'appareil un patron de forme de soulier pour le pied droit; et quand la machine était en mouvement, deux morceaux de beis, placés dans une autre partie, et fixés par des vis, étaient taillés en formes plus grandes ou plus petites, à volonté, que le patron original. Quoique ce patron fût pour le pied droit, des deux formes taillées, l'une était pour le pied gauche; effet qui se produisait par la simple interposition entre ces deux formes, d'une roue qui changeait le sens du mouvement.

152. *Machine à copier les bustes.* — Il y a plusieurs années, M. Watt s'amusa à construire une

machine pour copier les bustes ou les statues, dans la même dimension que l'original, et même dans une proportion réduite. Il opéra sur diverses matières, et montra ses résultats à ses amis; mais le mécanisme qu'il avait inventé n'a jamais été décrit. Plus récemment, M. Hawkins a inventé une machine semblable, et l'a placée dans les mains d'un artiste qui a fait des copies en ivoire d'un grand nombre de bustes. Cette possibilité de multiplier les chefs-d'œuvre du sculpteur dans des *dimensions variées,* jointe à la réduction opérée dans leur prix d'acquisition par le moulage en plâtre, semble devoir donner une nouvelle valeur morale à ces belles productions, en répandant sur une classe plus étendue le plaisir qui résulte de leur possession.

153. *Procédé pour tailler les pas de vis.* — Le procédé ordinaire consiste à les tailler au tour, au moyen d'un pas de vis qui donne un mouvement progressif à l'arbre. Il est essentiellement de la classe des procédés d'imitation, mais avec cette modification qu'il permet seulement d'imiter le nombre des filets répartis sur une longueur donnée. Car la forme de chaque filet, la longueur et le diamètre de la vis, peuvent être tout-à-fait différens de la vis qui sert de modèle. On trace aussi des vis au tour, au moyen d'une vis-modèle qu'un engrenage réunit à l'arbre du tour, et qui guide la pointe du burin. Dans ce mode d'opérer, excepté le cas où le temps de la révolution de l'arbre est le

même que celui de la révolution de la vis qui guide le burin, le nombre des filets tracés sur une longueur donnée est tout-à-fait différent dans l'original et dans la copie : si l'arbre va plus vite, la nouvelle vis aura un pas plus serré que l'original; si l'arbre va plus lentement, elle aura le pas plus large. La vis fabriquée par ce moyen peut donc être plus serrée ou plus large que la vis-modèle : elle peut avoir un diamètre plus petit ou plus grand, un nombre de filets égal ou plus considérable. Cependant les défauts de l'original se transmettent sans altération à la copie, au milieu de toutes les modifications qu'elle subit.

154. *Procédé pour tirer des épreuves de toutes dimensions d'une même planche de cuivre.*—Il y a quelques années on apporta de Paris quelques échantillons singuliers d'un moyen nouveau de copier dont le secret était inconnu. Un horloger de Paris, nommé Gonord, avait inventé une méthode pour tirer d'une même planche de cuivre des épreuves de différentes dimensions, plus grandes ou plus petites que le dessin original. M'étant procuré quatre de ces gravures qui représentaient un perroquet entouré d'un cercle, je les montrai à M. Lowry, artiste distingué par son talent et par les inventions dont il a enrichi son art. Les échelles de dimensions de ces gravures variaient comme les nombres suivans : 55, 63, 84, 150; de sorte que la dimension la plus grande était à peu près le triple de

la plus petite. M. Lowry m'assura qu'il lui était impossible de découvrir aucun trait dans l'une qui n'eût son trait correspondant dans les autres. On crut reconnaître entre elles une légère différence dans la quantité de l'encre d'impression, mais on n'en découvrit aucune dans les traits du dessin. L'aspect général de ces épreuves fit de plus penser que la plus grande était l'épreuve tirée directement sur la planche de cuivre.

On n'a point publié le procédé employé par l'inventeur dans cette singulière opération; mais à l'époque où parurent ses premiers essais, on fit à ce sujet quelques conjectures qui méritent d'être rapportées. On pensa que Gonord possédait un moyen particulier de transporter l'encre d'impression, de la planche de cuivre sur quelque surface fluide, et de retransporter ensuite le dessin du fluide sur le papier. En opérant ainsi, la gravure portée sur le fluide devait d'abord être exactement de la même dimension que le cuivre sur lequel elle était tirée. Mais si l'on suppose que le fluide fût contenu dans un vase en forme de cône renversé, avec une petite ouverture au fond, on pouvait baisser ou élever le fluide dans ce vase, en ôtant ou ajoutant de ce même fluide par la pointe du cône; et alors la surface qui portait l'encre d'impression devenait ou plus étroite ou plus large, et dans ces divers momens on pouvait prendre une épreuve sur le papier. Cette explication, on doit l'avouer, est

susceptible de beaucoup d'objections; car, bien que la seconde opération, celle d'imprimer sur une surface fluide, se voie dans la fabrication des papiers marbrés, il faut encore démontrer que l'on peut transporter l'encre d'une planche de cuivre sur une surface fluide.

Une autre explication plus plausible est fondée sur l'élasticité de la pâte de gélatine et de mélasse qui sert déja à transporter des gravures sur porcelaine. Suivant cette seconde explication, l'artiste tirait une épreuve de la planche de cuivre sur une feuille de cette pâte, étendait ensuite cette feuille dans les deux sens, et transportait sur le papier l'encre dont elle était imprégnée. Il avait ainsi des copies plus grandes que l'original. Dans le cas contraire, la matière élastique devait d'abord être étendue, avant de recevoir l'impression du cuivre; puis, en la laissant libre, elle se resserrait, et donnait une épreuve de dimension réduite. Comme l'extensibilité de cette pâte gélatineuse, bien que très sensible, est cependant limitée, il est possible qu'on ne puisse pas obtenir dans tous les cas la copie par une seule opération. Peut-être obtiendrait-on un meilleur résultat avec des feuilles minces de caoutchouc d'une épaisseur et d'une contexture uniforme, ou bien on pourrait se servir de bouteilles de cette substance, dont la surface recevrait l'encre du cuivre, et qui, étant ensuite gonflées, donneraient sur le papier une épreuve de grande dimension. Mais

comme, en opérant de cette manière, il faudrait beaucoup de temps pour le tirage des épreuves, on pourrait opérer plus sûrement et plus vite en faisant une seule fois sur le caoutchouc cette partie de l'opération qui consiste à augmenter ou à diminuer les dimensions du dessin, et transportant ensuite le dessin sur une pierre, qui imprimerait le papier bien plus commodément qu'une matière aussi molle que le caoutchouc. Par cette modification, une partie du travail serait ramenée à un art bien connu, celui de la lithographie. Cette idée semble confirmée par une remarque faite sur une collection d'exemplaires d'une carte de Saint-Pétersbourg, gravée sur différentes échelles par le procédé de Gonord. Car tous les exemplaires d'une certaine dimension présentaient un défaut accidentel, un petit trait irrégulier qui ne se reproduisait dans aucun exemplaire des autres dimensions (1).

(1) Le parchemin offre une matière susceptible de réaliser les effets obtenus par Gonord. Si l'on tire une gravure sur une feuille mince de parchemin, et qu'on la plonge dans l'eau chaude, la gravure diminue avec le retrait du parchemin, en conservant exactement la proportion relative des figures et des traits de l'original : la réduction varie suivant le degré de température. Le transport de la gravure ainsi réduite sur le papier peut se faire immédiatement avec une presse verticale ou à cylindre. Le traducteur de cet ouvrage a présenté à la Société d'Encouragement une note sur cette propriété singulière, en mai 1833. (T.)

155. *Machine pour graver des copies de médailles.* — On trouve dans le *Manuel du Tourneur* la description d'un instrument inventé depuis longtemps, et qui a pour objet de graver sur cuivre des copies de médailles ou d'autres bas-reliefs, au moyen de ces objets eux-mêmes. Pour cela, la médaille et la planche de cuivre sont fixées sur deux plaques à coulisse, perpendiculairement l'une à l'autre, et unies ensemble de telle sorte que si la plaque de la médaille est élevée par une vis dans le sens vertical, celle qui porte la planche de cuivre avance d'une égale quantité dans le sens horizontal; la face de la médaille est tournée vers le cuivre, et est un peu au-dessus.

On place horizontalement au-dessus du cuivre une petite barre terminée d'un côté par une pointe à tracer, de l'autre par un bras court, qui forme un angle droit avec la barre, et qui porte une pointe de diamant. On dispose cette barre de telle manière que, lorsque la pointe à tracer touche la médaille à laquelle la barre est perpendiculaire, le diamant touche la planche de cuivre, à laquelle le petit bras se trouve perpendiculaire également.

Ceci arrangé, supposons que la barre se meuve parallèlement à elle-même et conséquemment parallèlement au cuivre, la pointe restant toujours en contact avec la médaille; alors, si cette pointe passe sur une partie plate de la médaille, le diamant tracera une ligne droite de longueur égale sur le cui-

vre : mais si la pointe passe sur une partie en relief, le diamant déviera de la ligne droite d'une quantité précisément égale à la saillie de la partie touchée, au-dessus du plat de la médaille. Ainsi, en faisant passer la pointe sur un segment quelconque de la médaille, le diamant tracera sur le cuivre la coupe de la médaille, suivant ce plan d'intersection.

Maintenant, par le mouvement de la vis fixée à l'appareil, si la médaille est élevée d'une légère quantité, la planche de cuivre avance de la même quantité exactement, et l'on peut dessiner une nouvelle section de la médaille; l'on continue ainsi jusqu'à ce que la suite de lignes ondulées tracées sur le cuivre présente le développement de la médaille sur un plan, où les sinuosités de ces lignes et leur plus ou moins de proximité marquent le contour et la forme de la figure qui sert de modèle. Ce genre de gravure est d'un effet surprenant, et présente quelquefois une apparence frappante de relief. On l'a essayé sur verre, et il y est encore plus singulier, parce que les traits fins tracés au diamant ne sont visibles que suivant la manière dont ils sont éclairés.

On voit par la description précédente, que la gravure sur cuivre ainsi faite doit grimacer, ou que la projection apparente de chaque point de la médaille sur le cuivre n'est pas identique avec la projection perpendiculaire de ces mêmes points

sur un plan parallèle. Conséquemment, la position des parties les plus en saillie doit être moins exacte que celle des parties moins proéminentes, et plus sera grand le relief de la médaille, plus la gravure sur cuivre sera confuse. M. John Bate, fils de M. Bate de Penthy, a pris un brevet pour une machine de son invention qui évite cette confusion de traits. La tête qui orne le frontispice de ce livre est la première gravure exécutée avec cette machine; elle a été gravée d'après une médaille de Roger Bacon, qui fait partie de la collection des médailles des hommes remarquables, frappées à la Monnaie de Munich.

Cet inconvénient, qui tient au relief trop saillant des médailles ou des bustes, pourrait s'éviter par une invention mécanique qui modifierait la quantité dont le diamant doit dévier de la ligne droite quand la pointe est sur une partie saillante de la médaille, et rendrait cette déviation proportionnelle, non pas à l'élévation du point correspondant au-dessus du plan de la médaille, mais à son élévation au-dessus d'un plan parallèle, placé à une certaine distance derrière elle. En opérant ainsi l'on réduirait les bustes et les statues au degré voulu de relief.

156. Cette machine me suggère quelques idées qui me semblent mériter quelque attention et peut-être quelques essais. Supposons une médaille placée sous la pointe à tracer du pantographe; sup-

posons un burin à la place du crayon, une planche de cuivre à la place du papier qui reçoit la copie; et supposons que par un mécanisme quelconque, la pointe qui se meut dans un plan vertical en glissant sur les diverses saillies de la médaille, puisse augmenter ou diminuer la profondeur du trait qu'elle graverait proportionnellement à la hauteur du point correspondant de la médaille au-dessus de son plan; on obtiendrait ainsi une gravure qui serait au moins sans confusion de traits, quoique d'ailleurs ce procédé pût être sujet à beaucoup d'objections. Une autre invention consisterait à marquer sur le cuivre, non plus des traits, mais des points qui varieraient de dimension ou de profondeur suivant la hauteur du point correspondant de la médaille. On aurait ainsi un nouveau système de gravure qu'on pourrait modifier de différentes manières, soit en faisant décrire au burin, autour de chaque point, un très petit cercle d'un diamètre proportionné à la hauteur du point de la médaille, soit en composant le burin de trois pointes équidistantes qui se rapprocheraient ou s'éloigneraient l'une de l'autre suivant une certaine loi dépendante toujours de l'élévation du point représenté au-dessus du plan de la médaille. Peut-être serait-il difficile de prévoir l'effet de semblables gravures ; mais elles auraient toutes la propriété d'être des projections par lignes parallèles des objets représentés; de plus,

l'intensité de la couleur de l'encre devrait varier sur chaque point, suivant une fonction de la distance du point représenté à un certain plan donné, ou bien elle devrait être modifiée d'après la distance moyenne de ce plan au groupe de points voisins du point représenté.

157. Ce mode de représenter des médailles a quelque analogie avec le système d'ombrer les cartes par des lignes horizontales, ou de même niveau au-dessus de la mer; ce dernier système pourrait s'appliquer au même objet, et produirait des copies d'apparence variée. En projetant sur le plan de la partie plate de la médaille les intersections de ses parties saillantes par un plan imaginaire placé successivement à diverses distances au-dessus de ce premier plan, on obtiendrait une représentation de la figure dans laquelle ses parties inclinées auraient une teinte de plus en plus sombre, suivant leur inclinaison. On pourrait concevoir d'autres sortes de gravures, en substituant aux intersections d'un plan celles d'une sphère imaginaire ou de tout autre solide avec la figure de la médaille.

158. *Dentelle faite par des chenilles.* — Un officier du corps du génie, résidant à Munich, a inventé un genre de fabrique tout-à-fait extraordinaire, et qui a quelques rapports avec les arts d'imitation. C'est une fabrique de voiles de dentelle de soie, avec des dessins à jour, exécutés unique-

ment par des chenilles; voici comment procède cet officier. Il fait une pâte des feuilles de la plante où vit l'espèce de chenille qu'il emploie, et l'étend en couche mince sur une pierre ou sur toute autre substance plate d'une dimension voulue; puis, avec un pinceau de poil de chameau trempé dans l'huile d'olive, il dessine la figure qui doit rester à jour. Ceci fait, la pierre est placée dans une position inclinée, et au bas on met un nombre considérable de chenilles d'une espèce particulière (1), dont le fil est très fort. Ces petits insectes attaquent de suite la pâte, commencent à filer, et continuent ainsi leur fil et leur chemin jusqu'en haut, évitant avec soin toute partie touchée par l'huile, mais dévorant tout le reste de la pâte de feuilles. L'extrême légèreté de ces voiles, qui présentent encore assez de solidité, est tout-à-fait surprenante. Un d'eux, qui avait $0^{m},66$ de long sur $0^{m},42$ de large, ne pesait que 1 grain $\frac{1}{2}$, degré de légèreté qui semble incroyable, si on le compare au poids des voiles ordinaires. Un yard carré de la matière qui forme ces nouveaux voiles pèse 4 grains $\frac{1}{3}$, tandis que, pour la même surface, la gaze de soie pèse 137 grains, et la dentelle de fil la plus délicate, 262 grains $\frac{1}{2}$. Enfin une simple robe de mousseline de couleur coûte 10 shillings,

(1) La *phalæna pardilla*, qui vit sur le *prunus padus*.

et pèse 6 onces; le coton dont cette mousseline est faite pèse lui-même près de 6 onces et $\frac{8}{9}$, *avoir du poids*.

Voici un tableau du poids de l'yard carré de différentes étoffes.

NOMS DES ARTICLES.	VALEUR par mesure d'un yard.	POIDS d'un yard carré.	POIDS du coton employé à fabriquer un yard carré.
	sh. d.	grains.	grains.
Voiles de chenilles....	....	$4\frac{1}{3}$	
Gaze de soie, larg. $\frac{3}{4}$...	1	137	
Dentelle fine........	....	$262\frac{1}{2}$	
Mousseline fine, dite Cambrique........	....	551	
Jaconas, larg. $\frac{6}{4}$.......	2	613	670
Mousseline colorée....	3	788	875
Batiste, larg. $\frac{6}{4}$.......	1 2	972	1069
Calicot, larg. $\frac{9}{8}$.......	0 9	988	1085
Nankin, larg. $\frac{1}{2}$ yard...	0 8	2240	2432

Nota. Le calcul de plusieurs de ces poids ou de ces mesures est tiré du rapport du comité de la chambre des communes sur les cotons imprimés. On présume que les largeurs qui y sont assignées à chaque article sont les largeurs réelles, et non pas de simples largeurs de convention, suivant l'indication en usage dans les boutiques de détail.

159. Pour terminer cette énumération des arts fondés sur le principe de l'imitation, énumération bien incomplète sans doute, nous choisirons un

exemple qui depuis long-temps est sous les yeux de nos lecteurs, quoique peu d'entre eux, probablement, aient pensé au nombre de copies que représentent les pages de ce livre qu'ils ont déjà lues.

1°. Ces pages, par l'effet de l'impression, sont des copies de planches stéréotypes.

2°. Les planches stéréotypes sont des copies tirées, par l'art du fondeur, de moules faits en plâtre de Paris.

3°. Ces moules eux-mêmes sont des copies faites avec du plâtre liquide sur des caractères mobiles arrangés par le compositeur.

Ici, il y a union entre l'intelligence et la mécanique. Combien de fois un auteur change-t-il son ouvrage en le recopiant? c'est un secret que nous ne cherchons pas à pénétrer, quoiqu'on puisse remarquer avec raison, que souvent le cerveau de l'auteur est un copiste bien plus fécond que la plus parfaite mécanique.

4°. Ces caractères mobiles, fidèles messagers des pensées les plus opposées, des théories les plus contraires, sont eux-mêmes des copies de *matrices* de cuivre, obtenues par l'art du fondeur.

5°. La partie creuse de ces *matrices* qui représente une lettre ou un caractère, est une copie, obtenue par percussion, d'un poinçon d'acier qui porte cette lettre en saillie.

6°. Enfin ces poinçons d'acier ne sont pas en

tièrement exempts du grand principe d'imitation: plusieurs cavités qu'ils présentent, telles que celles qui sont au milieu des poinçons des lettres *a*, *b*, *d*, *e*, *g*, etc., sont produites par un autre poinçon d'acier où ces parties sont en relief.

Tels sont les six degrés successifs d'imitation qui composent l'art d'imprimer par des planches stéréotypes, et dans cet art, comme dans tous les autres, le principe de l'imitation contribue de la manière la plus énergique à l'uniformité et à l'économie du travail.

CHAPITRE XII.

De la manière d'observer les manufactures.

160. Maintenant que nous avons passé en revue les principes généraux qui dirigent l'application heureuse de la mécanique à la création de toute espèce de produits manufacturés dans les grands établissemens industriels, il nous reste à présenter quelques observations aux personnes qu'une curiosité éclairée pourra conduire dans des manufactures de notre pays ou des pays étrangers; et à leur indiquer quelques sujets de questions convenables dans un semblable examen.

Une remarque générale, c'est qu'il faut écrire le plus tôt possible tous les renseignemens qu'on peut recueillir, surtout lorsqu'il s'agit de nombres. Souvent il est impossible de le faire pendant qu'on visite un établissement, n'y eût-il pas la plus légère défiance de la part du manufacturier : l'action seule d'écrire un renseignement oral est une interruption nuisible dans l'examen d'une machine. Aussi est-il convenable, quand on veut visiter un établissement industriel, de préparer d'avance les questions qu'on veut

faire, et de laisser des *blancs* pour les réponses, qui peuvent s'écrire vite, puisque souvent ce ne sont simplement que des nombres. Les personnes qui n'ont pas encore suivi cette méthode seront étonnées de la quantité de renseignemens qu'elle permet de recueillir, même dans un examen rapide. Il est vrai que, pour chaque espèce de fabrique, il y a des questions particulières qu'on prépare mieux après la première visite qu'auparavant. Cependant, pour éclaircir ces idées, nous présenterons l'esquisse suivante, qui est d'une application générale, et nous conseillerons à ceux qui voudront économiser le temps, de l'avoir sur eux tout imprimée, et même de faire relier, sous la forme d'un agenda, une centaine d'exemplaires de cette espèce de canevas, qui renferme en tout une vingtaine de questions.

Esquisse d'une description générale d'un art mécanique quelconque, avec l'indication des renseignemens qu'elle doit présenter.

Abrégé de son histoire, et surtout la date de son invention et de son introduction en Angleterre.

Quelques mots sur les modifications antérieures qu'a pu subir la matière employée, les places où on se la procure, le prix d'une quantité donnée.

Ici l'on décrira successivement les divers procédés de cet art, suivant le plan du paragraphe 161;

ensuite on prendra les renseignemens suivans :

Dans le même article existe-t-il différens genres fabriqués par une seule ou par différentes manufactures; et, dans ce dernier cas, existe-t-il des différences dans le mode de procéder?

Quels sont les défauts de la marchandise fabriquée?

A quelles sortes de substitution ou de falsification est-elle sujette?

Dépérit-elle promptement; et, dans ce cas, quelle est la perte du fabricant à cet égard?

Quels sont les caractères de la marchandise bien fabriquée?

Quel est le poids d'une quantité donnée de cette marchandise?

La comparer au poids de la matière brute.

Quel est le prix en gros de la marchandise prise à la manufacture?

Quel est le prix en détail?

Par qui les outils sont-ils fournis? par le maître ou par les ouvriers? Qui paie leur réparation? le maître ou les ouvriers?

Quel est la dépense des machines?

Quelle est leur usure annuelle, et combien durent-elles?

La fabrication de ces machines forme-t-elle l'objet d'un métier particulier? où les fabrique-t-on?

Sont-elles faites et réparées dans la manufacture même?

Dans chaque fabrique, compter le nombre des opérations, le nombre des personnes employées à chaque opération, et celui des produits fabriqués.

Quantité de cette marchandise fabriquée annuellement dans la Grande-Bretagne.

Le capital engagé dans les manufactures de ce genre, est-il considérable ou non?

Mentionner les points principaux où ce genre d'industrie est établi en Angleterre; et s'il est en activité à l'étranger, fixer quelques points également.

Indiquer le taux de l'impôt qu'on perçoit sur cette marchandise; les droits qu'elle paie à la douane, ou la prime dont elle jouit. Indiquer si ces droits ont varié depuis quelques années; fixer la quantité exportée ou importée pendant une série d'années.

La marchandise importée est-elle d'une qualité supérieure, égale ou inférieure?

Pour la vente de ses produits, le fabricant s'adresse-t-il à un individu intermédiaire auquel il les envoie ou les vend, et qui les transmet au marchand?

Dans quels pays envoie-t-on ce genre de marchandises? Quelles sont les marchandises que les bâtimens chargent en retour?

161. Pour chaque détail particulier de fabrication, il faut faire un nouveau canevas de l'enquête qui doit s'y rapporter. L'esquisse suivante pourra suffire

pour plusieurs espèces de fabriques :

Désignation du procédé	(	)
Genre de Manufacture	(	)
Lieu où elle existe	(	)
Nom du fabricant	(	)
Date		183

Le mode d'exécution, avec un croquis rapide des instrumens ou de la machine, s'il est nécessaire.

Nombre de personnes nécessaire pour surveiller la machine;

Nombre des ouvriers :

Nombre des hommes ( );
id. des femmes ( );
id. des enfans ( ).

Si ces classes d'ouvriers sont mélangées, indiquer les proportions.

Paye de chaque ouvrier :

Tant ( ) par
Nombre( ) d'heures de travail par jour.

Est-il ordinaire ou nécessaire de travailler nuit et jour sans arrêter ?

Le travail se fait-il à la pièce ou à la journée?

Qui fournit les outils ? le maître ou les ouvriers ?

Qui paie leur réparation ? le maître ou les ouvriers ?

Quel est le degré d'habileté nécessaire? Quelle est la durée de l'apprentissage?

Combien de fois la même opération se répète-t-elle par heure ou par jour?

Combien y a-t-il de pièces manquées sur mille?

Combien perd l'ouvrier ou le maître par la casse ou la détérioration?

Que fait-il de ces rebuts?

Si la même opération se répète plusieurs fois, indiquer si la proportion du rebut augmente ou diminue, et quelle est la perte éprouvée à chaque répétition.

162. Dans ce canevas général, les réponses sont quelquefois imprimées, comme pour cette question : Qui paie la réparation des outils? On lit à la suite : Le maître ou les ouvriers. On n'a alors qu'à souligner au crayon le mot exact. Quand les réponses sont des nombres à observer, il faut prendre une attention toute particulière : car si vous restez avec votre montre à la main auprès d'un ouvrier, par exemple, d'un ouvrier qui fait des têtes d'épingles, celui-ci, presque infailliblement, travaillera plus vite, et l'évaluation de son travail journalier que vous conclurez de votre observation, sera certainement trop forte. Vous obtiendrez un résultat plus exact en demandant la quantité de têtes d'épingles faites ordinairement dans un jour. Autrement, on peut connaître assez bien le nombre d'opérations faites dans un temps

donné, quand l'ouvrier ne se doute pas qu'on l'observe. Ainsi le bruit d'un métier de tisserand peut servir à compter le nombre de coups donnés par minute, quand même l'observateur serait hors du bâtiment où est ce métier. Coulomb, qui avait une pratique profonde de ce genre d'observation, recommande expressément à ceux qui pourraient répéter ses expériences de ne pas se laisser tromper par les circonstances que nous venons d'indiquer. *Je prie, dit-il, ceux qui voudront les répéter, s'ils n'ont pas le temps de mesurer les résultats après plusieurs jours de travail continu, d'observer les ouvriers à différentes reprises dans la journée, sans qu'ils sachent qu'ils sont observés. L'on ne peut trop avertir combien l'on risque de se tromper en calculant soit la vitesse, soit le temps effectif du travail, d'après une observation de quelques minutes.* (*Mémoires de l'Institut*, t. II, p. 247.) Souvent, dans la série des réponses aux questions que comporte ce genre d'observation, il y en a qu'il est bon d'obtenir directement, mais qui peuvent aussi se déduire par un petit calcul d'autres déjà connues; et c'est là un mode de vérification excellent qui confirme l'exactitude des renseignemens qu'on a recueillis, ou qui permet, si ces renseignemens ne s'accordent pas entre eux, de corriger leur anomalie apparente. En mettant une liste de questions dans les mains d'une personne qui essaie de vous donner

des renseignemens sur un sujet quelconque, il est souvent désirable d'avoir un moyen d'apprécier la sûreté de son jugement. Pour cela, les questions peuvent être présentées sous une telle forme que quelques-unes dépendent indirectement des autres; ou bien l'on peut insérer dans la liste une ou deux questions dont les réponses peuvent s'obtenir par d'autres moyens, et cette manière de procéder n'est pas sans ses avantages, en nous rendant capables de déterminer l'exactitude de notre propre jugement. C'est ainsi que l'habitude d'estimer de suite la grandeur ou la distance des objets, avant de les chercher par calcul ou par mesure, nous offre un moyen de fixer notre attention et de perfectionner notre jugement en l'éprouvant par l'expérience.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉCONOMIE POLITIQUE ET PRIVÉE DES MANUFACTURES.

CHAPITRE XIII.

De la différence qui existe entre faire *et* fabriquer.

163. Les principes d'économie générale qui président à l'emploi convenable des moyens mécaniques et qui gouvernent l'intérieur de nos grandes manufactures, sont des élémens essentiels de la prospérité d'une grande nation commerçante, et, sous ce rapport, ils ne sont pas moins importans à étudier que les principes de mécanique pratique dont nous avons développé les applications dans la première section de cet ouvrage.

Toute personne qui tente de faire un article quelconque de consommation, a ou doit avoir pour but principal de produire cet article sous une forme parfaite ; mais en même temps, pour s'assurer le bénéfice le plus considérable et le plus

constant, elle doit faire des efforts énergiques pour livrer à bas prix aux consommateurs le nouvel objet d'utilité ou de luxe qu'elle a créé. En opérant ainsi, le nouveau fabricant obtiendra un plus grand nombre d'acheteurs, et ce grand nombre aura pour lui deux avantages : l'un, de le mettre à l'abri des caprices de la mode; l'autre, de lui procurer un bénéfice total plus considérable, quoique la portion payée par chaque individu isolé soit moins forte. On ne saurait croire combien il est essentiel de montrer au fabricant le nombre de nouveaux acheteurs qu'il pourra gagner par une certaine réduction sur le prix de l'objet qu'il fabrique; et l'importance de données semblables ne peut se graver trop profondément dans l'esprit de ceux qui s'occupent de recherches statistiques. Pour certains rangs de la société, une diminution dans le prix d'un objet d'utilité générale sera tout-à-fait insensible; tandis qu'une réduction même très faible dans ce prix, aura un effet immédiat sur d'autres classes, et augmentera à la fois et le nombre des acheteurs et le profit du producteur.

Si l'on voulait former un tableau des différentes sortes de revenus, et du nombre d'individus compris dans chaque classe de possesseurs, on pourrait trouver des matériaux utiles dans le quatorzième rapport de la Commission nommée pour l'examen des revenus de toute nature. Ce rapport renferme un état du montant actuel de la propriété

particulière, établi d'après les comptes annuels du bureau général des testamens (*legacy office*), et l'on y trouve à la fois le nombre des testateurs compris dans les différentes classes de la société, et celui des personnes qui jouissent de toute espèce de propriété produisant un revenu, ce dernier nombre étant de même divisé en différentes classes. Un tableau semblable, dressé même approximativement et présenté sous la forme d'une courbe, ne serait pas sans utilité.

164. Il existe une différence notable entre ces termes : *faire* et *fabriquer*. Le premier se rapporte à une petite production ; l'autre à une production étendue. Cette distinction est parfaitement établie dans l'enquête faite devant le comité de la chambre des communes, sur l'exportation des outils et des machines. M. Maudslay y déclare que, lorsque le bureau de l'Amirauté lui proposa de faire des caisses en fer pour les navires, il consentit presqu'à regret à s'occuper de ce genre de fabrication qui sortait de son cercle ordinaire d'affaires ; cependant il entreprit de faire une de ces caisses comme essai. Les trous des rivets furent percés avec des presses mues à bras d'hommes, et les 1680 trous d'une seule caisse revinrent à 7 shillings. Alors le bureau de l'Amirauté, qui avait besoin d'une forte quantité de ces caisses, lui proposa de fournir quarante caisses par semaine, pendant plusieurs mois. La commande était assez

considérable pour qu'on pût commencer à *fabriquer*, et à confectionner les outils nécessaires pour ce genre particulier de travail. Aussi M. Maudslay offrit-il de fournir quatre-vingts caisses par semaine, si le bureau de l'Amirauté voulait lui donner une commande de deux mille de ces mêmes caisses. Cette commande fut donnée. M. Maudslay fit alors des outils qui réduisirent de 7 shillings à 9 pence (de 8 fr. 75 c. à 90 c. environ) la dépense du perçage des trous pour les rivets dés caisses. Il fournit quatre-vingt-dix caisses par semaine pendant six mois; et, en définitif, le prix payé pour chacune par l'Amirauté fut réduit de 17 à 15 livres sterling (de 425 fr. à 375 fr. environ).

165. Si donc celui qui *fait* un article de consommation veut en devenir *fabricant*, dans le sens le plus général de ce mot, il ne doit pas borner son attention aux principes mécaniques desquels peut dépendre la bonne exécution de son produit; il doit, de plus, disposer avec soin tout le système de sa fabrication, de manière à livrer le produit au plus bas prix possible. A défaut de motifs peut-être d'abord trop éloignés de sa pensée, la concurrence inévitable dans tout pays d'une civilisation avancée, est un aiguillon puissant pour le presser et le pousser vers l'étude des principes d'économie privée qui président à toute espèce de fabrication. A chaque réduction qui survient dans le prix de vente de son produit, il faut qu'il cherche

une compensation, en réduisant d'une quantité égale la dépense de quelques détails de fabrication; et dans cette recherche, son esprit est aiguisé par l'espoir de pouvoir vendre à son tour au-dessous de ses concurrens. Pendant quelque temps le profit de ces inventions est tout entier pour ceux qui les ont imaginées; mais bientôt, quand une expérience suffisante a prouvé leur utilité, elles sont généralement adoptées, jusqu'à ce qu'à leur tour elles soient remplacées par d'autres inventions plus économiques encore.

CHAPITRE XIV.

De la monnaie considérée comme moyen intermédiaire des échanges.

166. Dans les premiers temps de la société humaine, les ventes et les achats se bornaient à de simples échanges; mais dès que les besoins devinrent plus variés et plus étendus, on sentit la nécessité d'avoir une mesure générale et susceptible elle-même de subdivisions, pour évaluer le prix de toutes les choses utiles ou commodes : de là vint l'usage de la monnaie. Dans quelques pays cette monnaie a été représentée par de simples coquilles; mais les nations civilisées ont d'un commun accord adopté pour monnaie les métaux précieux (1). Dans presque tous les pays, le gou-

(1) En Russie on a fait de la monnaie de platine. Ce métal présente une particularité remarquable, c'est qu'il ne peut être fondu dans les fourneaux ordinaires, et que, dans le commerce, il a surtout de la valeur sous forme de lingots, parce qu'il peut alors être forgé sous différentes formes utiles. Mais quand une pièce de platine est coupée en deux parties, on ne peut pas aisément les réunir, si ce n'est

vernement s'est attribué le droit de fabriquer la monnaie, ou, en d'autres termes, le droit de frapper de marques caractéristiques des pièces de métal d'une certaine forme, d'un certain poids, et d'un certain degré de pureté. Ces marques deviennent une garantie pour les individus entre les mains desquels circule la monnaie, et les assurent que chaque pièce est du poids et de la qualité convenus.

La dépense nécessaire pour transformer l'or en monnaie, l'intérêt du capital engagé dans cette fabrication, et la détérioration annuelle des machines qui y sont employées, sont des frais indispensables qui doivent être ou payés par l'État, ou compensés par une petite réduction dans le poids de l'or employé à la confection de la pièce, comparativement au cours légal qui lui est attribué. Mais ces dépenses ne sont rien pour une nation, si on les compare à la perte de temps et aux inconvéniens qu'entraînerait un système d'échange perpétuel ou de troc dans les transactions de toute nature.

167. La monnaie métallique présente deux in-

à l'aide d'une opération chimique où elles sont toutes deux dissoutes dans un acide. Conséquemment, quand la monnaie de platine est trop abondante, on ne peut pas la réduire en lingots par le fondage, comme on le fait pour l'or; il faut faire subir au platine un traitement coûteux pour le rendre de quelque utilité. (A.)

convéniens. Elle peut être fabriquée par des individus, dans des établissemens particuliers, et offrir la même empreinte et le même degré de pureté que celle du gouvernement ; ou bien on peut en faire des imitations dans lesquelles la pièce est d'un moindre poids et le métal d'une qualité inférieure. On remédie aisément au premier de ces inconvéniens en fixant la valeur légale de la monnaie à un taux de très peu inférieur à celle d'un même poids de métal pur en matière. On ne peut remédier au second que par la précaution générale d'examiner les caractères extérieurs de chaque pièce, et en partie aussi par les peines que l'État inflige aux individus coupables de toute fraude de cette nature.

168. Les subdivisions de la monnaie varient suivant les pays, et une division basée sur un mauvais système peut entraîner une perte de temps considérable dans les affaires. Cet effet devient sensible pour toute opération numérique qui embrasse des sommes considérables, et surtout pour le calcul des intérêts d'une somme prêtée ou l'escompte des lettres de change. Le système décimal est celui qui se prête le mieux à l'exécution facile de semblables calculs ; et c'est une question intéressante de savoir si l'on ne devrait pas le substituer au système de notre monnaie actuelle. Déjà le grand pas vers les améliorations, la suppression de la guinée, s'est fait sans inconvénient sensible, et il ne reste plus que peu de

chose à faire pour rendre le changement complet.

169. Lorsqu'il devient nécessaire de réformer des *demi-couronnes*, si l'on émettait une nouvelle monnaie de la valeur de deux shillings, et qu'on la désignât par quelque nom qui renfermerait en lui l'idée d'unité, comme un *prince*, par exemple, cette monnaie serait la dixième partie d'un *souverain*. Quelques années après, quand le public serait habitué à cette nouvelle monnaie, on la diviserait en cent parties au lieu de la diviser en quatre-vingt-seize *farthings*, et elle serait ainsi composée de vingt-cinq *pence*, dont chacun serait plus faible de 4 pour 100 que l'ancien *penny*. Les shillings et les demi-shillings sortiraient de la circulation, et seraient remplacés par des pièces d'argent qui vaudraient chacune cinq nouveaux *pence*, par d'autres qui vaudraient dix *pence* et deux *pence* et demi. Cette dernière pièce serait la dixième partie d'un *prince* et pourrait avoir un nom particulier (1).

170. La valeur des divers produits de l'industrie ou des propriétés possédées par les habitans d'un pays s'évalue d'après l'étalon monétaire qu'on a ainsi choisi. Mais on doit observer que l'or

(1) En Angleterre, non-seulement le système monétaire, mais le système entier des poids et mesures est encore dans l'état de confusion où il était en France dans le siècle dernier. (T)

brut lui-même change de valeur, et que son prix, comme celui de toute espèce de marchandise, dépend de la relation qui existe entre la consommation et la production.

171. A mesure que les transactions commerciales se multiplient, les sommes que l'on doit payer à la fois deviennent plus considérables, et le transport effectif des métaux précieux, d'un individu à un autre, présente ses inconvéniens et ses difficultés. Alors il devient plus commode d'introduire l'usage des promesses écrites qui stipulent l'engagement de payer au porteur des quantités d'or désignées. Ces promesses s'appellent des billets de banque; et quand la personne ou la société qui émet ainsi des billets dans le public est connue pour capable de remplir ses engagemens, le billet circule long-temps avant de parvenir dans les mains d'une personne qui veuille faire usage de l'or qu'il représente. Ces sortes de papiers représentatifs remplacent une certaine quantité d'or, et, comme ils sont plus économiques tant pour leur transport que pour les frais de leur fabrication et leur valeur propre, leur usage épargne une forte partie de la dépense qu'entraîne sous ces divers rapports la circulation de la monnaie métallique.

172. Avec l'accroissement des transactions commerciales, on a suppléé même au transport des billets de banque par des moyens plus rapides et

d'un usage très étendu. On a établi des banques ou caisses générales où tout l'argent est versé, et qui font tous les paiemens sur des ordres écrits appelés *checks* ou *mandats*, tirés par ceux qui sont en compte courant avec elles. Dans une grande ville, chaque banque tient toujours des comptes ouverts à un grand nombre de personnes : elle se trouve ainsi recevoir des mandats payables de l'une à l'autre; et s'il fallait qu'elle envoyât de tous côtés ses commis pour recevoir le montant de ces mandats en billets de banque, ce recouvrement perdrait beaucoup de temps, et présenterait des risques et des inconvéniens sensibles (1).

173. *Bureau de dépouillement.* — A Londres, on évite cette opération incommode en faisant passer tous les mandats au crédit ou au débit des banques à un bureau général appelé le *bureau de dépouillement.* Dans une grande salle située dans Lombard-Street, environ trente commis, attachés aux différentes banques de Londres, se placent, suivant l'ordre alphabétique, à des pupitres disposés autour de l'appartement. Chaque commis a une petite boîte ouverte à côté de lui, et le nom de la raison sociale de la maison à laquelle il est

(1) A Londres, les personnes aisées ont toutes leur argent déposé entre les mains d'un banquier, sur lequel elles tirent des mandats lorsqu'elles ont quelques paiemens à faire. Ce banquier n'est pour elles qu'un caissier. (T.)

attaché est écrit en gros caractères sur la muraille, au-dessus de sa tête. De temps en temps, d'autres commis, appartenant à différentes maisons de Londres, entrent dans la salle, la parcourent, et déposent dans la boîte de chaque banque les mandats tirés sur elle par leur maison. Le commis placé auprès de cette boîte inscrit ces divers mandats sur un livre préparé d'avance, et y joint le nom de la banque qui les a tirés.

Les boîtes ne sont ouvertes pour recevoir les mandats que jusqu'à quatre heures du soir. Quelques minutes avant le moment où cette heure sonne, cette salle tranquille, et qui n'offrait que le silence du travail, commence à s'animer : de nombreux commis arrivent, pressés de déposer dans les boîtes, jusqu'au dernier moment, les mandats qu'ont délivrés les maisons qui les emploient.

A quatre heures toutes les boîtes sont enlevées de leur place. Chaque commis additionne le montant des mandats déposés dans sa boîte, et payables par sa propre maison aux autres maisons de banque. Il reçoit aussi de cette même maison un autre livre qui contient le montant de tous les mandats que son commis distributeur a déposés dans les boîtes de chacun des autres banquiers. Il compare, pour chaque banque, les deux sommes, et écrit la balance que sa maison doit payer ou recevoir, avec le nom de chacune de ces banques en regard ; il vé-

rifie cet état, en le comparant à celui que dressent les commis de ces maisons; puis il envoie à sa maison la balance générale qui résulte de son calcul, et si, d'après cette balance générale, sa maison doit aux autres, elle lui renvoie le montant en billets de banque.

A cinq heures l'inspecteur se place sur son siége. Chaque commis qui, d'après le résultat de tous ses calculs, doit payer une différence à diverses autres maisons, la paie à l'inspecteur, qui lui donne un reçu égal à la somme versée. Les commis des différentes maisons à qui cette somme est due reçoivent ce qui leur revient des mains de l'inspecteur, qui prend de chacun d'eux un reçu d'une valeur égale. Ainsi la totalité des paiemens se trouve faite par un double système de balance, en ne faisant passer de main en main qu'un très petit nombre de billets de banque, et très rarement de la monnaie métallique.

174. Il est difficile de former une évaluation exacte des sommes qui passent par jour à ce bureau; elles varient depuis 2 jusqu'à 15 millions de livres sterling (de 50 à 375 millions de francs). La moyenne peut aller à 2 millions et demi de livres sterling, qui se règlent peut-être avec 200,000 livres sterling en billets et 20 livres sterling en espèces. Par une convention faite entre les diverses maisons de banque, tous les mandats qui portent le nom d'une maison de Londres doivent passer au

bureau de dépouillement: conséquemment, si un de ces mandats était égaré, la maison sur laquelle il est tiré refuserait de le payer à sa caisse; ce qui est une garantie de plus pour le commerce.

Les avantages de ce système sont tels, que, d'après un arrangement récent entre les banquiers, les commis se réunissent deux fois par jour, une fois à midi et une autre fois à trois heures; mais le paiement des balances ne se fait qu'une seule fois, et à cinq heures du soir.

Si toutes les banques particulières avaient des comptes ouverts à la banque de Londres, il serait possible d'effectuer tous les réglemens avec une quantité encore moindre de valeurs en circulation.

175. Si l'on réfléchit à la facilité avec laquelle s'exécutent ces vastes opérations, qui forment peut-être le quart de toutes les affaires commerciales qui se font chaque jour en Angleterre, il est impossible de n'être pas frappé des inconvéniens que présenterait toute intervention étrangère dans le mode d'arrangement naturel de ces sortes de transactions. Chaque paiement indique un échange de propriété fait pour l'avantage des parties; et s'il était possible, ce qui n'est pas heureusement, d'apporter à ces opérations, par un moyen légal ou non, quelque obstacle dont la valeur pût être estimée seulement à $\frac{1}{8}$ pour 100, ce nouveau frottement dans les mouvemens de la machine produirait une dépense inutile de près de 4 millions

sterling par an. Cette particularité mérite l'attention de ceux qui soutiennent qu'il y a une dépense réelle et impolitique dans la limitation du développement des banques, et dans l'obligation imposée à une partie de l'Angleterre de se servir généralement de métaux précieux comme monnaie, dans le courant des affaires.

176. Une des différences les plus évidentes entre la monnaie métallique et le papier-monnaie, c'est que la première ne peut jamais, par une terreur panique ou par un danger national, tomber au-dessous de la valeur vénale qu'elle aurait comme matière dans d'autres pays civilisés, tandis que dans de semblables circonstances, le papier-monnaie peut perdre sa valeur entièrement. La monnaie métallique et le papier-monnaie peuvent être dépréciés tous les deux dans leur valeur, mais les effets de cette dépréciation sont totalement différens dans l'un et l'autre cas.

1° *Dépréciation de la monnaie.* — L'état peut verser dans la circulation des pièces d'une même valeur nominale, mais contenant seulement la moitié de la quantité primitive de l'or, mêlé avec quelque alliage d'un prix peu élevé. Chaque pièce ainsi émise porte en elle des preuves évidentes de la quotité de sa dépréciation. Il n'est pas nécessaire que chaque détenteur successif analyse la nouvelle monnaie : dès qu'elle a été examinée seulement quelquefois, sa valeur intrinsèque est de suite

connue dans le public. L'ancienne monnaie est plus recherchée à cause de son titre plus élevé, et disparaît promptement de la circulation. Tous les achats nouveaux sont basés sur la nouvelle valeur de la monnaie, et les prix doublent en peu de temps. Mais les anciens marchés deviennent défectueux; et si tout créancier est forcé de recevoir son paiement en espèces de la nouvelle émission, il est volé de la moitié de la dette, qui est confisquée au profit du débiteur.

2° *Dépréciation du papier.* — La dépréciation du papier-monnaie présente des effets différens. Si le gouvernement déclare que le papier sera admis comme paiement légal, et qu'en même temps il ne sera plus échangeable contre des valeurs métalliques, l'or se trouve employé à payer les achats qui peuvent se faire à l'étranger, parce que, dans ce cas, le vendeur ne peut être forcé de prendre du papier; et si l'émission du papier-monnaie continue, n'étant pas arrêtée par la faculté de demander à sa place l'or qu'il représente, la monnaie métallique disparaît promptement de la circulation. Mais le public, qui est forcé de prendre des billets, ne peut trouver dans l'essence de ce papier monnaie aucun moyen de découvrir l'étendue de sa dépréciation, qui varie avec la quantité des billets émis et peut arriver au point extrême où la valeur des billets est à peu près réduite à celle du papier sur lequel ils sont imprimés. Pendant tout

ce temps chaque créancier se trouve en perte, mais sans pouvoir estimer l'étendue de cette perte. Toutes les transactions ne présentent plus que des avantages incertains, par les changemens continuels de valeur qu'éprouve la base de ces transactions. Plusieurs pays ont ressenti les dangereux effets de ce système déplorable, qui a été poussé presqu'à sa dernière limite en France, dans le temps des assignats. Nous-mêmes, nous avons éprouvé une partie de la misère générale qui est la suite nécessaire d'un semblable système. Mais, par un heureux retour à des principes plus sains, nous avons échappé à temps à la ruine qui est le terme inévitable du cours de ce fléau destructeur.

177. Dans un pays civilisé, chaque personne, suivant sa position sociale, a besoin d'une certaine quantité de monnaie pour acheter les objets qu'elle consomme ordinairement. Les mêmes pièces de monnaie vont et viennent dans le même cercle de circulation. La pièce que l'ouvrier reçoit le samedi soir passe en nature entre les mains du boucher, du boulanger, du petit commerçant; de celui-ci elle revient peut-être au maître fabricant, en échange de ses billets, et est payée de nouveau à l'ouvrier à la fin de la semaine suivante. Si cette quantité de monnaie en circulation devient plus rare, cette rareté est de suite très nuisible aux uns comme aux autres. Si elle ne porte que sur les petites pièces, le premier effet est une

grande difficulté de se procurer de la petite monnaie pour changer; puis le petit marchand refuse de changer, à moins qu'on ne lui achète une certaine quantité de marchandise, et enfin il exige une prime en monnaie métallique, comme prix du change des pièces de valeur plus élevée.

Ainsi la monnaie elle-même varie de prix quand elle est évaluée en une autre monnaie formée de pièces d'une autre espèce, et cet effet a toujours lieu, que la monnaie soit en papier ou en métal. Ces mêmes circonstances se reproduisent constamment, et elles se sont présentées spécialement pendant la dernière guerre. Pour remédier à cet état de choses, la banque d'Angleterre dut faire des émissions assez considérables en pièces d'argent (1).

Les inconvéniens et la perte qui résultent de la rareté de la petite monnaie pèsent de tout leur poids sur la classe nécessiteuse de la société; car les acheteurs plus riches obtiennent facilement crédit pour leurs petits achats, jusqu'à ce que leur compte monte à une pièce de monnaie élevée.

178. Comme la monnaie ne produit rien quand on la garde dans un tiroir, il existe peu de personnes, dans une position sociale quelconque, qui puissent garder chez elles en monnaie métallique ou en billets, plus qu'il n'en faut immédiatement

(1) L'or est la seule monnaie légale en Angleterre; l'argent n'est qu'une monnaie de convention. (T.)

pour leur usage; conséquemment, quand il n'existe pas de moyen d'employer la monnaie d'une manière lucrative, une surabondance de papier retourne à la source d'où elle a été émise, et un excédant de monnaie est converti en lingots et exporté à l'étranger.

179. Puisque la valeur de toute espèce de propriété est évaluée en monnaie, il est évident qu'il convient au bien-être de la communauté sociale, que la valeur de cette monnaie n'éprouve que des oscillations aussi petites et aussi graduelles qu'il est possible.

On sentira peut-être mieux les conséquences funestes des altérations soudaines de la valeur de la monnaie, si je présente au lecteur une description de l'effet de ces altérations dans des circonstances particulières. Prenons un cas extrême, puisque nous en avons la liberté. Supposons trois personnes, propriétaires chacune de 100 livres sterling : une d'elles est une veuve d'un âge avancé, qui, par l'avis de ses amis, achète avec cette somme une rente viagère de 20 livres sterling par an ; les deux autres sont des ouvriers qui, par leur industrie et leur économie, ont épargné chacun 100 livres sterling sur le produit de leur travail : ces deux derniers se proposent d'acheter des machines à calandrer et de se faire calandreurs d'étoffes. Un d'eux place son argent à une banque d'épargne, étant dans l'intention de faire lui-même sa machine à calandrer, et

calculant qu'il dépensera 20 livres sterling en matériaux, et que les 80 livres de surplus lui serviront à s'entretenir lui-même et à payer les ouvriers qui l'aideront dans sa construction. L'autre ouvrier, trouvant une machine qu'il peut acheter pour 200 livres sterling, convient avec le vendeur d'en payer 100 immédiatement, et le reste à la fin de l'année. Maintenant supposons que la monnaie courante éprouve une altération qui la déprécie de moitié : les prix se conformeront promptement à cet état nouveau de choses, et la rente annuelle de la veuve, quoique toujours au même taux nominal, ne pourra en réalité suffire pour lui procurer plus de la moitié des objets nécessaires à la vie qu'elle lui permettait auparavant d'acheter. L'ouvrier qui a fait son placement à la banque d'épargne a peut-être acheté pour 10 livres sterling de matériaux et dépensé pour 10 livres sterling de travail sur ces matériaux, au moment de l'altération de la monnaie, et se trouve alors avoir la possession nominale de 80 livres sterling; mais en réalité il n'a qu'une somme à peine suffisante pour payer la moitié du travail et des matériaux nécessaires pour finir sa machine; et il ne peut ni la compléter, par le manque de fonds, ni vendre sa machine imparfaite pour le prix qu'elle lui coûte. Pendant ce temps l'autre ouvrier, qui a contracté une dette de 100 livres sterling pour achever le paiement de sa machine à calandrer, trouve que le

paiement qu'il reçoit pour ses calandrages, a doublé par suite de la dépréciation de la valeur monétaire, et conséquemment il obtient en fait sa machine pour 150 livres sterling. Ainsi, sans aucune faute, aucune imprudence, et uniquement d'après des événemens sur lesquels ces trois personnes ne peuvent exercer aucune influence, la veuve est presque réduite à mourir de faim; un des ouvriers doit perdre, pour plusieurs années, l'espoir de devenir maître; et l'autre, sans aucune supériorité d'habileté ou d'industrie, et pour avoir fait en réalité un marché plutôt imprudent que hardi, d'après sa position, se trouve contre toute attente, dégagé de la moitié de sa dette, et possesseur d'un élément précieux de gain; tandis que le premier propriétaire de la machine, s'il a placé le produit de sa vente à la banque d'épargne, trouve soudainement son capital réduit de moitié.

180. Telles sont les conséquences qui accompagnent toujours, plus ou moins sensibles dans leurs dangereux effets, tout changemeut dans la valeur de la monnaie courante; et ainsi l'on ne peut imprimer trop fortement dans l'esprit de toutes les classes de la société, l'idée de l'importance extrême qu'elles doivent attacher à conserver aussi long-temps que possible cette monnaie inaltérée dans sa valeur.

CHAPITRE XV.

De la vérification de la qualité des marchandises, et de l'influence de cette vérification sur leur prix.

181. On dit ordinairement que le prix de vente d'une marchandise à une époque donnée dépend *du rapport de la quantité offerte à la quantité demandée.* On dit aussi que le prix moyen de la même marchandise pendant une longue période de temps dépend, en dernière analyse, de la *possibilité de produire et de vendre cette marchandise en retirant l'intérêt ordinaire du capital employé.* Ces principes sont exacts en général, mais ils sont si souvent modifiés par l'influence d'autres principes secondaires, que l'étude de ces nouvelles forces perturbatrices nous semble mériter un examen un peu approfondi.

182. Relativement à la première proposition énoncée plus haut, nous ferons observer qu'indépendamment du rapport de la demande à la production, il existe un autre élément qui entre dans le prix définitif de chaque objet pour l'acheteur; élément quelquefois peu sensible, mais, dans plusieurs cas aussi, d'une extrême importance. *Le*

prix définitif pour l'acheteur se compose du prix qu'il paie au marchand, plus *de la dépense nécessaire pour s'assurer que la qualité de la marchandise livrée est conforme à ses conventions.* En certains cas cette qualité se reconnaît à la seule inspection : alors la marchandise n'est pas sujette à de grandes différences de prix. Dans les boutiques de détail, par exemple, on peut reconnaître d'un coup d'œil la qualité du sucre; la conséquence est que le prix du sucre est si uniforme et le bénéfice réalisé sur sa vente si petit, qu'aucun épicier n'est inquiet du débit de cette marchandise. Mais, d'un autre côté, le thé, dont la qualité est extrêmement difficile à reconnaître promptement, et qui peut être falsifié par des mélanges de manière à tromper même un œil exercé, le thé a une diversité extrême de prix; aussi est-il la denrée dont la vente donne le plus de crainte au détaillant.

Quelquefois la difficulté de vérifier la qualité des marchandises, et la dépense entraînée par cette vérification, sont assez considérables pour justifier une déviation accidentelle de principes consacrés depuis long-temps. Ainsi c'est un axiome généralement reconnu, que *les gouvernemens peuvent acheter à meilleur prix qu'ils ne fabriquent;* et cependant l'administration a trouvé plus d'économie à construire des moulins extrêmement coûteux, comme sont ceux de Deptfort, et à y faire moudre

sa farine, qu'à entretenir à la fois des vérificateurs pour chaque sac de farine achetée, et des inventeurs pour imaginer continuellement de nouveaux moyens de découvrir les nouveaux procédés d'altération employés par les fournisseurs.

183. Il y a quelques années on inventa, pour déguiser les vieilles graines de luzerne et de trèfle, un procédé qui fut connu sous le nom de *traitement médicinal des graines*, et qui se répandit assez généralement pour exciter l'attention de la chambre des communes. L'enquête, faite devant une commission nommée à ce sujet, démontra qu'on rajeunissait les vieilles graines de trèfle blanc en les mouillant d'abord légèrement, et les séchant ensuite à la vapeur du soufre en combustion, tandis qu'on ranimait la couleur des graines de trèfle rouge en les secouant dans un sac avec une petite quantité d'indigo. Cette ruse ayant été découverte, les *médecins de graines* employèrent une teinture de campêche éclaircie par un peu de couperose ou de vert-de-gris, ce qui, en embellissant la vieille graine, diminuait ou détruisait même le peu de force végétative qui pouvait lui rester. Quant à la bonne graine ainsi traitée, abstraction faite de la détérioration qu'elle éprouvait par cette opération, son apparence devenait si belle que son prix de vente montait de 5 shillings à 25 shillings le quintal. Mais le plus grand inconvénient de ce procédé, c'était que la graine vieille et épuisée devenait aussi

belle en apparence que la graine de la meilleure qualité. Une des personnes qui déposèrent devant la chambre des communes déclara qu'elle avait essayé une certaine quantité de *graines ainsi médicamentées;* que sur cent graines semées, il n'en était pas poussé plus d'une, et que ce peu de graines poussées avait péri promptement; tandis que sur cent graines de bonne qualité il en pousse ordinairement de quatre-vingts à quatre-vingt-dix. Les graines qui avaient subi ce traitement étaient vendues à des marchands qui revendent les graines en détail dans la campagne, et qui tâchent naturellement de les acheter au plus bas prix possible : de ces marchands, elles passaient entre les mains des fermiers, les uns et les autres étant incapables de distinguer la graine naturelle de la graine altérée. Dans cet état de choses, beaucoup de cultivateurs diminuèrent leur consommation de graines de trèfle, et d'autres furent obligés de payer un prix élevé à des essayeurs de graines qui savaient découvrir la fraude, ou aux marchands que leur intégrité et leur bonne réputation mettaient au-dessus de semblables falsifications.

184. Le commerce de lin d'Irlande présente un exemple semblable du haut prix payé pour la vérification seule de la qualité de l'objet vendu. Dans le rapport de la commission de la chambre des communes, il est déclaré positivement que le lin d'Irlande est naturellement d'une qualité excel-

lente, et égale à celle des meilleurs lins anglais et des premiers lins étrangers; et cependant, d'après l'enquête faite devant cette commission, on voit que, sur le marché, le prix du lin d'Irlande est de 1 ou 2 pence (2 ou 4 sous) par livre, plus bas que celui d'autres lins de qualité égale ou même de qualité inférieure. Une partie de cette différence tient à la négligence qu'on met à l'apprêter; mais une autre partie représente les frais de l'examen auquel on doit soumettre chaque paquet, pour reconnaître s'il est exempt de pierres ou de gravier ajoutés dans la vue d'augmenter le poids. C'est ce qui est constaté par les réponses de M. J. Corry, qui a été vingt-sept ans secrétaire du bureau de la chambre du commerce de toiles d'Irlande, et qui fut appelé dans l'enquête citée plus haut.

« Les cultivateurs de lin, qui sont presque toujours des gens de la plus basse classe des campagnes, s'imaginent, dit M. Corry, qu'ils gagnent plus en trompant les acheteurs, et, comme le lin se vend au poids, ils augmentent ce poids par divers expédiens qui, tous, nuisent à la qualité de leur marchandise. Ainsi ils ont l'habitude pernicieuse de mouiller le lin, qui s'échauffe alors rapidement; ou bien, dans le même dessein, ils remplissent de cailloux ou de terre grasse l'intérieur des paquets, qui varient généralement en grosseur. C'est dans cet état que le lin d'Irlande est acheté et exporté pour la Grande-Bretagne; et

quoique sa qualité dans l'état naturel ne soit inférieure à celle d'aucun lin étranger, cependant les lins étrangers importés en Angleterre obtiennent la préférence, parce qu'ils sont présentés sur le marché dans un état plus propre, et mieux arrangés. On peut voir dans les feuilles commerciales l'étendue et le prix des ventes de lin étranger qui se font en Angleterre, et cependant j'ai lieu de croire que si l'Irlande donnait à la culture du lin un développement proportionné, si elle établissait un ordre régulier dans la manière dont le lin s'y vend, elle pourrait, sans empiéter le moins du monde sur la quantité nécessaire à sa consommation intérieure, suffire au total des demandes de l'Angleterre, à l'exclusion des étrangers. »

185. L'industrie des dentelles présente un autre exemple analogue. En passant en revue, dans son rapport, les requêtes adressées par les fabricans à la chambre des communes, la commission fait l'observation suivante : *Il est singulier que les mêmes abus dont on se plaignait il y a cent cinquante ans soient encore, dans l'état perfectionné de ce genre d'industrie, l'objet principal des plaintes actuelles; car, d'après l'enquête faite devant votre comité, toutes les personnes entendues attribuent la décadence de ce genre d'industrie bien plutôt à des fabrications frauduleuses ou mauvaises qu'à la guerre ou à toute autre cause.* On voit, dans l'enquête, qu'on avait fabriqué une espèce de tulle ap-

pelé *single press' lace*, qui n'avait qu'une chaîne, et paraissait de bonne qualité à l'œil nu, mais dont le blanchissage altérait presque entièrement le point en faisant glisser les fils l'un sur l'autre; et cependant il n'y avait pas une personne sur mille qui pût distinguer ce tulle à une chaîne du tulle à double chaîne ou *double press' lace* : les ouvriers même et les fabricans ne parvenaient à reconnaître le mauvais tulle qu'à l'aide d'un verre grossissant. Ce même moyen était aussi indispensable dans l'examen de la qualité d'une autre espèce de tulle plus gros appelé *warp lace*. Une des personnes interrogées déclara aussi que cette fraude commerciale avait toujours lieu, excepté dans les villes où elle avait été découverte; et que ces dernières villes n'envoyaient plus aucune commande à Nottingham, ayant perdu toute confiance dans ses fabricans de tulle.

186. Dans la fabrication des bas il existe de semblables fraudes. Ainsi l'enquête prouve qu'on a fait des bas d'une largeur uniforme depuis le genou jusqu'à la cheville, qu'on étendait mouillés sur des formes de jambe, et qui gardaient leur forme étant secs, en sorte que l'acheteur ne pouvait découvrir la fraude; mais après le premier blanchissage ces bas se rétrécissaient et pendaient comme un sac autour des talons.

187. Dans l'horlogerie, on a contrefait les marques et les noms des meilleurs fabricans, et cette

pratique de déception a reçu une extrême extension à l'intérieur comme à l'étranger; aussi a-t-elle produit l'effet le plus désavantageux sur notre exportation, comme le prouve l'extrait suivant de l'enquête faite devant le comité de la chambre des communes.

« *Question.* Depuis combien de temps êtes-vous » dans l'horlogerie?

» *Réponse.* Depuis trente ans environ.

» *Question.* Ce commerce est-il bien languissant » aujourd'hui?

» *Réponse.* Oui; il est dans une mauvaise posi- » tion.

» *Question.* Quelle est, suivant vous, la cause » de cet état de détresse?

» *Réponse.* Je crois que la cause principale est » la fabrication de certain nombre de montres » tellement mauvaises qu'on ne peut les présenter » à l'étranger. Elles ont toutes un extérieur élé- » gant; mais à l'intérieur le mouvement n'est bon » à rien.

» *Question.* Croyez-vous que toutes les montres » fabriquées en Angleterre soient semblables à » celles que vous venez d'indiquer?

» *Réponse.* Non; il n'y en a ainsi qu'un certain » nombre qui est fait par des juifs ou d'autres » petits fabricans. Je me rappelle, à ce sujet, » qu'un marché considérable fut passé, il y a quel- » ques années, pour des montres destinées à

» l'Inde orientale, et qu'il ne reçut pas d'exécu-
» tion parce qu'un certain nombre de montres
» élégantes envoyées comme échantillon, avec
» des aiguilles et des cadrans à secondes, n'avaient
» aucun mouvement disposé à cet effet; l'aiguille
» tournait, mais sa marche était irrégulière.

» *Question.* Le mouvement n'était pas parfait?

» *Réponse.* Il n'y avait pas du tout de mouve-
» ment. Il y a bien des années que ce fait a eu
» lieu; et depuis, pendant long-temps, nous
» sommes restés sans avoir de commandes de
» l'Inde orientale. »

Pour la vente à l'intérieur on fabrique à bas prix des montres de belle apparence, mais très défectueuses en réalité, que le fabricant vend aux petits marchands ambulans, en les garantissant seulement pour une demi-heure; cette demi-heure est en effet suffisante à ces marchands pour tromper le paysan, auquel ils les revendent.

188. Dans les boutiques des marchands de toile en détail on dit toujours *toile d'un yard de large*, pour désigner des toiles dont la largeur réelle peut bien n'être que les sept-huitièmes ou les trois quarts d'un yard. Cette pratique n'a été instituée évidemment que pour tromper, et, quand on s'en est aperçu généralement, les marchands n'ont pu la défendre qu'en alléguant la coutume. Mais de là il est résulté que le vendeur est toujours obligé de mesurer sa marchandise en présence de

l'acheteur. Dans tous les cas semblables l'objet du vendeur est d'obtenir un prix plus élevé que ne vaudrait sa marchandise, si sa qualité réelle était connue; et si l'acheteur n'est pas lui-même juge compétent pour cet examen, ce qui arrive rarement, il doit payer un connaisseur qui ait assez d'habileté pour distinguer, et assez de probité pour procurer la qualité dont on est convenu. Le salaire de ce connaisseur est une vraie augmentation du prix de la marchandise. Mais comme beaucoup de gens ont grande confiance dans leur propre jugement, le grand nombre court toujours au plus bas prix; et le commerçant honnête, privé ainsi d'une clientelle nombreuse, se trouve obligé de mettre l'emploi de son jugement et de sa probité à un plus haut prix que celui qu'il demanderait sans cette concurrence peu éclairée.

189. Les drogues de pharmacie sont peut-être l'article de commerce dont le public peut le moins apprécier la qualité. Quand elles sont mélangées sous forme de préparations médicales, il est presque impossible, même à un médecin, de décider si les drogues employées sont pures ou falsifiées. Cette circonstance, jointe au mode peu judicieux qui est adopté dans le paiement des traitemens de maladies, a produit un effet curieux sur le prix des médecines. Les apothicaires, au lieu d'être payés pour leurs services et leur habileté, ont été récompensés par des espèces de droits qu'ils ont

pu percevoir sur les préparations médicales qu'ils délivrent, quoique ces préparations, comme on l'avoue, n'aient en elles-mêmes qu'une valeur pécuniaire très faible. Ce système conduit directement à ordonner plus de médecines qu'il n'est nécessaire; et, de fait, même avec le droit actuel, dans quatre-vingt-dix-neuf cas sur cent, l'apothicaire ne peut être dignement récompensé de ses soins tant que le patient n'a pas pris ou payé plus de médecines qu'il ne lui en faut réellement. Ce prix ou ce droit de 18 pence (1 fr. 80 c.) que le pharmacien prend pour une fiole de deux onces, paraît une extravagance à ceux qui ne réfléchissent pas que ce prix n'est en réalité que le paiement des connaissances propres à la profession qu'il possède. Comme ce pharmacien prend le même droit, qu'il soigne le malade ou qu'il prépare seulement l'ordonnance du médecin, le droguiste est venu offrir de faire cette même préparation à bien plus bas prix. Mais, pour être juste, il faut diviser les 18 pence (1 fr. 80 c.) de l'apothicaire en deux parties, 3 pence pour la bouteille et la médecine, et 15 pence pour ses soins. Maintenant, quoique le droguiste ait réduit de 33 à 44 pour 100 le prix de la potion de l'apothicaire, il réalise un profit de 200 à 300 p. 100 sur les 10 pence (1 fr.) ou le shilling (1 fr. 20 c.) qu'il fait payer pour la même composition. Cet énorme bénéfice a fait naître à l'instant de nombreux concurrens, et, sous ce rapport, l'impossibilité de

vérifier le produit fabriqué a nui fortement aux bons effets ordinaires de la concurrence; car les drogues étant toujours vendues à un haut prix, une fois converties en préparations médicales; ceux qui ont imaginé de les vendre falsifiées peuvent réaliser impunément des bénéfices considérables, bien que cette altération générale des préparations soit un mal réel qui détruit souvent l'attente du médecin le plus habile, et confond son habileté.

Pour remédier à ce mal il faudrait nécessairement conseiller un changement presque total dans le système de la médecine pratique. Si l'apothicaire était payé pour ses visites, et s'il réduisait le prix de ses potions à un quart ou à un cinquième de leur prix actuel, il aurait certainement intérêt à procurer les meilleures drogues possible, pour l'honneur de sa réputation et de son habileté; ou bien, si le médecin, qui est payé bien plus cher pour son temps, avait plusieurs élèves, il pourrait fournir lui-même les médecines sans droit particulier, et ses élèves se perfectionneraient en composant ces médecines, en examinant la pureté des drogues que leur chef pourrait se procurer. A cet arrangement le public trouverait plusieurs avantages: d'abord le médecin aurait un fort intérêt à se procurer les meilleures drogues; il aurait aussi intérêt à ne pas donner plus de médecines qu'il n'en est besoin; enfin, en s'aidant de ses élèves les

plus avancés, il pourrait surveiller de plus près les phases successives d'une même maladie.

190. Il y a plusieurs articles de quincaillerie dont l'acheteur ne peut vérifier la qualité au moment de l'achat, ni même après, sans les dénaturer complètement. On peut citer comme exemple les harnais plaqués et les ferrures d'une voiture. Ces objets sont ordinairement en fer forgé revêtu d'argent : le premier de ces métaux leur donne la force nécessaire, l'autre est destiné à les embellir d'une manière durable. Ces deux qualités sont quelquefois bien diminuées par la substitution de la fonte au fer forgé, et d'un alliage de plomb et d'étain à l'alliage solide d'argent et de cuivre. Dans ce cas, le plus grand mal est le défaut de force ; car bien qu'on emploie de la fonte d'une qualité particulière pour cet objet, elle est toujours plus faible que le fer forgé, et souvent sa rupture entraîne les plus graves accidens. Quand on plaque avec l'alliage falsifié que nous venons d'indiquer, on pose sur le fer une lame mince d'argent; mais elle s'en détache facilement, surtout à l'aide d'une faible chaleur. Le plaqué d'argent revêt mieux le fer, s'y attache solidement, et ne peut être aisément altéré, à moins d'un degré de chaleur très élevé. Cependant on fait paraître le mauvais alliage presque aussi beau à l'œil que le bon, et l'acheteur n'en peut guère reconnaître la différence qu'en coupant la pièce que lui présente le vendeur.

191. Ce principe général, *le prix d'une marchan-*

dise dépend, à tout instant, du rapport des offres aux demandes, n'est complètement vrai que dans un seul cas, celui où toute la quantité offerte est entre les mains d'un grand nombre de petits marchands, et où les demandes sont faites par une autre série de personnes qui veulent toutes une petite quantité. En effet, ces circonstances paraissent indispensables pour qu'un prix moyen puisse se fixer au milieu des sentimens, des passions, des préjugés, des opinions et de l'expérience des deux partis. Si la production tout entière, si toute la marchandise en vente était entre les mains d'un seul individu, celui-ci, sans aucun doute, s'efforcerait d'établir un prix tel, qu'il pût gagner par la vente le plus d'argent possible; mais, dans cette appréciation du taux auquel il devrait vendre, il serait guidé à la fois par la certitude qu'une augmentation dans le prix diminuera la consommation, et par le désir de réaliser son bénéfice avant que la place ne soit alimentée d'autre part. Si la marchandise est entre les mains de plusieurs marchands, il s'établira entre eux une concurrence immédiate qui proviendra soit des différentes conjectures qu'ils peuvent former sur la durée de l'état d'approvisionnement du marché, soit de leurs situations particulières quant à l'emploi de leur capital.

192. Quelquefois on ne peut reconnaître qu'assez difficilement si le prix exigé est réellement le prix

légalement dû. Cette difficulté de la vérification présente des inconvéniens très sensibles dans l'envoi des petits paquets par les voitures publiques. Pour obtenir la diminution d'une surcharge de prix, on perd une quantité de temps dont la valeur est cinq ou six fois celle de la somme qu'on finit par recouvrer; de sorte que les réclamations ne sont plus possibles. Il serait utile d'examiner, dans l'intérêt du public, si le gouvernement ne devrait pas entreprendre le transport général des petits paquets, sur un système analogue à celui de la poste aux lettres. La certitude que le paquet sera remis à son adresse, et que le prix de son transport ne sera pas surchargé, serait un gage assez sûr de succès pour dispenser le gouvernement d'établir aucune prohibition contre des entreprises rivales. Peut-être pourrait-on faire un essai en augmentant la proportion du poids qu'on peut envoyer par la petite poste aux lettres, et permettant d'expédier les ouvrages en feuilles par la grande poste.

Cette dernière proposition serait d'une grande importance pour faciliter la circulation des productions littéraires, et conséquemment pour la diffusion des connaissances générales de toute nature. Avec les réglemens actuels, il arrive constamment que des personnes d'une réputation scientifique étendue reçoivent par la poste, de pays étrangers, des ouvrages ou des portions d'ouvrages pour les-

quels il leur faut payer des droits extravagans, ou bien elles doivent renoncer à prendre connaissance de quelque communication intéressante qui leur est transmise. En France, en Allemagne, on expédie par la poste les feuilles imprimées, à des prix très modérés, et il serait convenable qu'en Angleterre la science et la littérature pussent jouir de la même faveur.

193. Il est important de réunir, quand cela est possible, le nom de l'ouvrier à l'ouvrage qu'il a exécuté : cette précaution lui assure la confiance ou le blâme qu'il mérite, et diminue quelquefois le temps de la vérification. Elle a été poussée à un point remarquable dans les ouvrages littéraires publiés en Amérique : dans la traduction de la *Mécanique céleste*, par M. Bowditch, on a mentionné dans l'ouvrage non-seulement le nom de l'imprimeur, mais aussi ceux des compositeurs qui ont concouru à sa confection.

194. Si l'objet d'utilité qu'on veut vendre est d'une détérioration facile, comme l'était, par exemple, une cargaison de glace de Norwége, amenée à Londres un des étés passés, alors le temps remplacera la concurrence; et que cet objet soit entre les mains d'un ou de plusieurs détenteurs, il pourra difficilement atteindre un prix de monopole.

L'histoire des variations qu'a subies dans ces derniers mois le prix de l'huile de cajeput offre un

exemple frappant de l'influence de l'opinion sur le prix des marchandises. Au mois de juillet de l'année dernière (1831) l'huile de cajeput se payait, abstraction faite des droits, à raison de 7 pence l'once (70 c. pour 31 gram. environ). A cette époque le choléra, ce fléau qui avait dévasté l'est de l'Europe, parut se rapprocher de l'Angleterre, et sa proximité fit naître mille craintes. On commença à parler beaucoup de l'huile de cajeput comme d'un puissant spécifique contre cette désorganisation effrayante du corps humain; et en septembre cette huile monta à 3 shillings et même à 4 shillings l'once (3 fr. 50 c. à 4 fr. 60 c. les 31 grammes environ). En octobre il y eut peu ou point de ventes effectuées sur cet article; mais au commencement de novembre les spéculations sur cette substance parvinrent à leur plus haut degré de prospérité, et du 1er au 15 on réalisa les prix suivans :

3 sh. 9 d., 5 s., 6 s. 6 d., 7 s., 6 d. 8 s., 9 s., 10 s., 10 s. 6 d., 11 sh.
(4 f. 37, 5 f. 80, 7 f. 54, 8 f. 70, 9 f. 28, 10 f. 44, 11 f. 60, 12 f. 18, 12 f 76).

Après le 15 novembre les détenteurs d'huile de cajeput craignirent d'être obligés de baisser beaucoup leurs prix. En décembre une cargaison nouvelle fut offerte, dans un vente publique, à 5 shillings (5 fr. 80 c.) l'once, et retirée sans acheteur; ensuite, par un arrangement particulier, comme on le sut, elle fut achetée à 4 shillings ou 4 shillings 6 deniers l'once (4 fr. 64 c. ou 5 fr.

22 c. les 31 grammes). Depuis ce temps on a obtenu des prix de 1 shilling 6 deniers et 1 shilling (36 et 24 sous); et une cargaison nouvelle, attendue de jour en jour (ceci est écrit en mars 1832), réduira probablement le prix de cette marchandise au-dessous du prix qu'elle avait en juillet 1831. Maintenant il est important de remarquer qu'en novembre 1831, c'est-à-dire au moment du *maximum* de la spéculation, toute la quantité qui était à Londres était entre les mains de peu de personnes, et qu'il se faisait des ventes fréquentes, chaque vendeur étant impatient de réaliser son bénéfice. On doit ajouter que la quantité importée depuis cette même époque a été considérable (1).

195. On peut voir parfaitement la manière dont le prix d'une marchandise s'égalise par l'accroissement du nombre des marchands, en examinant le prix des différens effets publics qui se négocient à la bourse de Londres. Comme il y a beaucoup de personnes qui font le 3 pour 100, quiconque veut vendre du 3 pour 100 trouve toujours un acquéreur à un huitième pour 100 au-dessous du prix courant; mais ceux qui veulent négocier des actions de la Banque ou d'autres effets d'une circulation plus limitée sont souvent obligés de faire une perte huit ou dix fois plus forte sur chaque 100 liv. sterl.

---

(1) J'ai appris depuis que le prix du camphre avait éprouvé des variations semblables à la même époque. (A.)

196. Des spéculations semblables se font fréquemment sur l'huile, le suif, et d'autres denrées que se rappelleront la plupart de mes lecteurs; ces spéculations ont toutes pour principe d'acheter toute la marchandise qui est sous la main, et de s'arranger d'avance pour l'achat des arrivées les plus prochaines; ce qui prouve que les capitalistes pensent généralement que la marchandise peut se vendre à un prix moyen plus élevé, quand elle est dans les mains de peu de personnes.

CHAPITRE XVI.

De la durée des marchandises, et de l'influence de cette durée sur leur prix.

197. Après avoir examiné les circonstances qui modifient ce que l'on peut appeler le *prix du moment,* nous devons porter notre attention sur un principe qui semble exercer une action sensible sur le prix permanent des choses. Ce principe, c'est que *le prix de vente d'un objet quelconque d'utilité est constamment influencé par la durée dont cet objet est susceptible.* Déjà nous avons démontré que le *prix du moment* dépend du rapport qui existe entre la quantité offerte et la quantité demandée, comme aussi des frais nécessaires pour vérifier la qualité de l'objet vendu. Le *prix moyen,* durant une longue période de temps, doit dépendre du travail nécessaire pour produire et pour apporter au lieu de vente, ainsi que de la quantité moyenne offerte et demandée; mais ce *prix moyen* est aussi fortement influencé par la durée probable de l'objet manufacturé.

Beaucoup d'objets d'un usage commun dans la vie se détruisent par cet usage même: tels sont ceux qui

servent à la nourriture : tels sont encore un briquet phosphorique, un cigare, etc. D'autres, une fois employés, ne peuvent plus servir au même usage : tel est le papier imprimé; mais ce papier a encore une valeur pour le vendeur de fromages et l'emballeur. Quelques objets s'usent très promptement par l'emploi qu'on en fait, comme les plumes, par exemple; d'autres ont encore une valeur après un usage prolongé de plusieurs années. Enfin il y a quelques objets, en très petit nombre il est vrai, qui ne s'usent pas du tout : de cette classe sont les pierres précieuses les plus dures, une fois qu'elles sont taillées et polies. Avec le goût du siècle, la monture d'argent ou d'or où ces pierres sont enchâssées peut passer de mode, et ainsi toutes ces montures sont exposées à être revendues à perte; mais la pierre elle-même, la pierre dégagée de son enchâssement, n'en est pas moins estimée. Le brillant qui a embelli successivement le cou de plus de cent beautés, ou qui a brillé pendant un siècle sur un front patricien, est pesé par l'orfèvre, dans la même balance, avec un autre brillant nouvel échappé de la roue du lapidaire, et est acheté ou vendu au même prix par karat. La grande masse des objets d'utilité générale est intermédiaire entre ces deux extrêmes, le diamant et la plume, et chaque objet a sa période de durée plus ou moins étendue. Pour tous les objets qui s'usent par l'usage, le prix moyen de vente ne peut évi-

demment être inférieur au prix de leur transport au lieu où ils sont vendus. Pendant quelque temps ils peuvent se vendre au-dessous de ce prix; mais si cet état de choses se prolonge, leur production doit cesser entièrement. D'un autre côté, si une marchandise qui ne s'use jamais se trouve dans des circonstances de vente analogues, le prix de cet objet inaltérable demeurera constamment au-dessous du prix de production; et la seule conséquence sera qu'il n'y aura plus de production de ce genre d'objet : son prix continuera à être réglé par le rapport de la quantité offerte à la quantité demandée; et quelquefois ce sera seulement après une longue période d'années, après que le temps aura peu à peu élevé ce prix de vente au-dessus du prix de production, qu'une nouvelle production commencera à s'établir.

198. La marchandise devient *vieille marchandise* pour plusieurs causes : par sa détérioration naturelle; par l'usure de toutes ses parties, à force d'être employée; par des perfectionnemens survenus dans la fabrication des objets de même nature, ou enfin par des changemens de forme exigés par les variations de la mode, et du goût changeant du jour. Dans ces deux derniers cas, l'utilité absolue de l'objet devenu *vieille marchandise* n'est guère diminuée; et comme cet objet est moins recherché par les classes qui s'en sont déjà servi, il se vend moins cher à une deuxième classe de la

société, un peu au-dessous des premiers acheteurs : de là vient que beaucoup de meubles très bien faits, tels que tables, chaises, etc., se voient dans les appartemens de personnes qui n'auraient pu les acheter neufs. Dans les maisons les plus riches même, nous trouvons journellement des glaces qui ont changé successivement de maître, en changeant seulement de cadre lorsque celui-ci est passé de mode; quelquefois même ce changement est omis : une couche superficielle d'or habille suffisamment ce cadre et le met à la mode. C'est ainsi que le goût du luxe se répand dans la société, de haut en bas : peu à peu le nombre de ceux qui ont acquis de nouveaux besoins s'accroît, et devient assez considérable pour diriger les idées du fabricant sur une réduction dans le prix de vente; et cette réduction devient pour lui la source d'un bénéfice nouveau, par l'extension de demandes qui en est la suite immédiate.

199. Les glaces présentent une particularité remarquable, comme application du principe qui fait le sujet de ce chapitre. Leur détérioration provient ordinairement des coups violens qu'elles peuvent éprouver par hasard; cependant, ainsi brisées, elles ont encore une valeur; et c'est là une particularité tout-à-fait étrangère à beaucoup d'autres articles de commerce. Une grande glace est-elle fêlée par accident, on la divise à l'instant en plusieurs petites glaces dont chacune est une glace parfaite; si

le coup est assez violent pour la rompre en plusieurs morceaux, ces morceaux sont taillés sous une forme carrée, et deviennent des miroirs de toilette; et si l'étamage est endommagé, ou l'on réétame les morceaux de la glace, ou bien on s'en sert comme verre plat pour carreaux de vitres. Chaque année, nos fabriques versent dans le commerce environ deux cent cinquante mille pieds carrés de verre plat. On apprécierait difficilement la quantité qui s'en détruit chaque année; mais elle est probablement petite; car par suite de ces additions successives dans le commerce, il s'opère une diminution sensible dans le prix du verre à vitre, et l'on s'en sert beaucoup plus communément. Aujourd'hui les devantures des boutiques un peu élégantes sont presque toutes ainsi vitrées. Si cette marchandise était entièrement indestructible, son prix irait constamment en diminuant, et, hormis le cas où de nouvelles demandes s'élèveraient, soit pour de nouveaux usages, soit par l'augmentation du nombre des acheteurs, une fabrique isolée, ébranlée par la concurrence, serait à la fin obligée de fermer ses ateliers, chassée qu'elle serait du marché par la permanence de ses propres produits.

200. Les métaux sont assez durables, quoique quelques-uns d'entre eux soient employés sous des formes telles qu'ils finissent par se détruire entièrement.

Le cuivre, après avoir été employé à un objet, rend encore beaucoup pour d'autres usages. Une partie du cuivre employé pour le doublage des navires et pour couvrir les terrasses se corrode et s'use à la longue; mais le reste peut généralement être refondu. Il s'en perd un peu dans la confection de certains petits objets de cuivre, ainsi que dans la formation de certains sels, tels que le sulfate et l'acétate de cuivre, et les cendres bleues.

Il se perd de l'or quand il est employé en dorures ou en broderies; mais on en retrouve une partie en brûlant les vieux objets. Sous forme de monnaie il s'en perd aussi une petite quantité; mais, au total, c'est un métal extrêmement durable.

Quant au fer, une certaine partie s'en perd par l'oxidation des petits clous et du fil de fer très fin; par l'usure des outils et des bandes des roues, et dans la fabrication de certaines teintures; mais une grande partie, sous forme de fonte ou de fer forgé, est susceptible de servir à d'autres usages.

Il se perd beaucoup de plomb. Celui qu'on convertit en tuyaux ou qui sert à couvrir les toits des maisons retourne en petite partie au fondage; mais il s'en perd de fortes quantités sous forme de petit plomb et quelquefois de balles de fusil, ou bien sous forme de litharge et de minium dans la peinture, dans la fabrication du cristal et le vernissage des faïences, enfin dans la confection de l'acétate de plomb.

L'argent est un métal bien plus durable. Il s'en perd quelque peu par l'usure de la monnaie et de la vaisselle d'argent, ainsi que dans l'art d'argenter et dans les divers ornemens brodés.

Quant à l'étain, c'est dans l'étamage du fer qu'il se perd le plus de ce métal. Il s'en perd un peu dans les soudures, et dans les dissolutions de l'art de la teinture.

CHAPITRE XVII.

Du prix en argent, considéré comme mesure de la valeur des choses.

201. Le prix en argent, payé pour un objet quelconque, ne peut nous offrir qu'une comparaison bien inexacte des diverses valeurs de cet objet, à diverses époques ou dans divers pays; car l'or et l'argent qui servent à mesurer ce prix sont eux-mêmes sujets à des variations, comme toute espèce de marchandise, et n'offrent en aucune manière une base constante qui puisse servir à de semblables comparaisons. Cette base invariable, on avait cru la trouver dans le prix moyen de certaines espèces de produits bruts ou manufacturés; mais ici se présente une nouvelle difficulté qui tient à ce que les perfectionnemens apportés dans la production de ces objets rendent leur prix en argent extrêmement variable, même dans des périodes de temps très limitées. Le tableau suivant offre un exemple frappant de l'étendue de ces variations dans une période de douze ans seulement.

Prix de différens articles à Birmingham, de 1818 à 1830.

NOMS DES OBJETS.	1818.	1824.	1828.	1830.
Enclumes, par quint. angl. de 50k,78.	29f 00c	23f 0c	18f 56c	15f 08c
Alênes polies de cordonnier, fabrique de Liverpool, en paquet..........	2.90	2.32	1.74	1.36
Vis à bois de lit, longues de 6 pouces, en paquet......................	20.88	17.40	6.96	5.80
Mors blanchis à l'étain, la douzaine..	5.80	5.80	3.75	2.90
Verrous, 6 pouces de long., la douz..	6.96	5.80	2.61	1.74
Crosses de charpentier, en paq. de 12, par assortiment.................	10.44	4.64	4.83	4.00
Boutons d'habit, en paquet.........	5.22	7.25	3.48	2.51
Petits boutons pour gilets, en paquet.	2.90	2.32	1.36	0.80
Chandeliers de 6 pouces en cuivre, la paire........................	3.38	2.32	1.85	1.36
Étrilles à six rangs, la douzaine......	3.20	2.90	1.65	1.07
Poêles à frire, par quintal..........	29.00	24.36	20.88	18.56
Platines de fusil ordinaires, chaque..	6.96	6.00	1.35	1.74
Têtes de marteau no 6, la douzaine...	7.81	4.35	3.48	3.36
Gonds en fonte, d'un pouce, la douz.	0.97	0.73	0.36	0.27
Ornemens de commode, en cuivre (2 pouces de long.), la douzaine....	4.64	4.06	1.74	1.35
Loquets de porte, la douzaine.......	2.58	2.31	1.16	0.87
Serrures avec enveloppe en fer, 6 pouc. de longueur.....................	44.08	37.12	17.40	15.66
Grosses mouleries en fonte, la douz..	26.10	23.20	16.24	13.34
Pelles et pincettes, la paire..........	1.16	1.16	0.87	0.58
Étriers plaqués, la paire............	5.22	4.35	1.74	1.28
Cuillères étamées, en paquet........	19.72	13.40	11.60	8.12
Chaînes pour traits, par quintal......	32.48	29.00	22.62	19.14
Plateaux pour le thé (30 pouc.), chaq.	5.22	3.48	2.32	1.74
Boulons, par quintal..	34.80	32.48	25.52	22.62
Fil de fer no 6, en paquet..........	1.28	1.55	1.16	0.87
Fil de cuivre, la livre de 0k,454......	18.56	15.08	10.44	8.12

202. J'ai mis assez de soin à m'assurer de l'exactitude de ce tableau : le prix de chaque objet peut bien avoir varié à diverses époques de chaque année indiquée, mais le prix que le tableau présente peut être considéré comme une approximation assez juste du prix moyen annuel. Dans le courant de mes recherches, j'ai obtenu un autre tableau qui contient plusieurs des mêmes articles ; mais ici les prix indiqués se rapportent à des époques distantes de vingt ans. Ce tableau est extrait des livres d'une des premières maisons de Birmingham, et confirme l'exactitude des prix indiqués dans le tableau précédent, pour les articles qui se trouvent consignés dans l'un et dans l'autre.

Prix en 1812 *et en* 1832.

NOMS DES OBJETS.	1812.	1832.	Réduction sur le prix de 1812, estimée en tant pour 100.
Enclumes, par quintal...........	29f00c	16f24c	44 p. 100
Alênes, acier de Liverpool, en paq.	4.06	1.16	71 »
Chandeliers en fer, simples.......	4.50	2.60	41 »
à vis.........	7.40	4.35	41 »
Vis à bois de lit, de 6 pouces, à tête carrée, en paquet....	8.74	5.22	40 »
Idem, à tête plate, en paquet.....	9.86	5.47	45 »
Étrilles, 6 divisions, la douzaine..	4.70	1.16	75 »
8 divisions.............	6.34	1.64	74 »
brevetées, à 6 divisions...	8.36	1.64	80 »
brevetées, à 8 divisions...	9.93	2.12	79 »

NOMS DES OBJETS.	1812.	1832.	Réduction sur le prix de 1812, estimée en tant pour 100.
Pelles et pincettes à tête de fer, n° 1.	1f58c	0f75c	53 p. 100
n° 2.	1.74	0.82	53 »
n° 3.	1.96	0.92	53 »
n° 4.	2.17	1.00	53 »
Platines de fusil ordin., chaque..	8.32	2.22	73 »
Serrures en cuivre.	18.56	2.90	85 »
à trois trous, chaque. ...	2.51	0.87	65 »
Clous à souliers, en paquet.......	5.80	2.32	60 »
Cuillères en fer étamé, en paquet.	26.10	8 12	69 »
Étriers blanchis à l'étain, la douz.	8.12	3.19	61 »
Chaînes pour traits, le quintal....	54.28	17.40	68 »

Prix des principaux objets employés dans les mines de Cornouailles à différentes époques, tous ces objets étant livrés sur la mine.

NOMS DES OBJETS.	1800.	1810.	1820.	1830.	1832.
Charbon de terre, le wey (1).	94f70	100f00	61f88	59f00	46f40
Bois de sapin, le pied cube...	2.35	4.70	1.75	1.16	1.00
de chêne, le pied........	3.80	3.50	4.10	3.80	......
Câbles, le quintal anglais....	76.60	97.50	56.38	46.40	46.40
Fer ordinaire, le quintal *id.*	23.80	16.84	12 76	8.12	7.65
Grosses mouleries, le quintal.	18.60	......	17.40	9.30	7.65
Pompes, le quintal....... ..	18.60 à 19.75	19.75 à 20.90	13.90 à 17.40	7 65	7.15
Poudre de mine, les 100 liv..	132.40	136.30	79.00	60.75	56.90
Chandelles,..............	10.70	11.60	10.00	6.85	5.60
Graisse, le quintal..........	83.50	96.00	76.60	60.75	49.90
Cuir, la livre..............	2.72	2.60	2.72	2.52	2.42
Acier, le quintal...........	......	......	58.30	51.30	45.00
Clous, le quintal..........	37.70	33.00	25.70	22.00	19.30

(1) Le wey est de 5 chaldrons, et pèse 13 tonnes, ou 13200 kilog.

203. Ici je ne puis m'empêcher d'engager, autant qu'il est en mon pouvoir, les fabricans, les marchands, les commissionnaires dans toutes nos grandes villes manufacturières ou commerçantes, à examiner l'importance extrême que peut avoir pour leurs intérêts propres, comme pour ceux de la population que leurs capitaux font travailler, la publication de tableaux semblables des prix moyens des marchandises, ainsi relevés sur les prix consignés dans leurs livres. Et peut-être ne sera-t-il pas inutile de leur indiquer que de semblables tableaux seraient encore plus précieux si les élémens en étaient réunis de points éloignés, et s'ils présentaient la quantité des marchandises sur lesquelles ils ont été relevés, et la plus grande variation de leurs prix autour du prix moyen. Enfin, si un comité spécial voulait entreprendre cette tâche, l'autorité de ce comité donnerait une importance nouvelle aux renseignemens recueillis. On a reproché souvent aux économistes d'employer trop peu les faits et trop les théories. Pour expliquer ce manque de faits, nous rappellerons que les savans de cabinet ne sont malheureusement pas assez familiarisés avec les admirables détails des fabriques, et qu'ils ne connaissent pas la classe manufacturière et commerçante, qui peut plus promptement et plus facilement que toute autre leur fournir les données sur lesquelles sont fondés les raisonnemens d'économie politique; et, de

plus, il est hors de doute qu'aucune classe de la société n'est aussi intéressée aux conséquences qui peuvent dériver de ces raisonnemens. Que l'on ne craigne pas que des conséquences erronées puissent être déduites de faits ainsi recueillis. Les erreurs qui peuvent naître du manque de faits sont bien plus nombreuses, bien plus durables que celles qui peuvent naître d'un raisonnement vicieux sur des données exactes.

204. La grande diminution dans le prix des objets rapportés plus haut peut tenir à diverses causes, qui sont : 1°. *les changemens de la valeur du papier monnaie ;* 2°. *l'augmentation de la valeur de l'or, par suite d'un plus grand nombre de demandes pour les paiemens en espèces :* la première de ces causes peut avoir exercé une légère influence ; la deuxième peut avoir eu quelque effet sur les prix consignés dans les deux premières colonnes du premier tableau, mais nullement sur les prix des deux dernières colonnes ; 3°. *la diminution de l'intérêt du capital employé :* cet intérêt peut se calculer sur le pied de 3 pour 100, aux époques indiquées ; 4°. *la diminution du prix des matières brutes qui servent à la fabrication des marchandises :* dans le tableau, les matières brutes sont principalement le fer et le cuivre ; ainsi la réduction du prix des matières brutes pourra être assez bien évaluée d'après la diminution du prix du fil de fer et du fil de cuivre ; objets dans la

valeur desquels le prix de la main-d'œuvre entre pour une moindre proportion que pour beaucoup d'autres; 5°. *la quantité plus petite des matières brutes employées, et peut-être quelquefois une main-d'œuvre moins parfaite;* 6°. *les procédés perfectionnés qui permettent de produire le même effet avec moins de travail.*

205. Pour offrir les moyens d'estimer l'influence de ces différentes causes, je joindrai le tableau suivant.

NOMS DES OBJETS.	PRIX MOYEN.					
	1812.	1818.	1824.	1828.	1830.	1832.
L'once d'or.......	118/78	100/80	95/95	96/00	96/24	96/35
Papier, p. 100 l. sterl	$79^{l}5^{sh}3^{d}$	$97^{l}6^{sh}10^{d}$	100^{l}	100^{l}	100^{l}	100^{l}
Prix des consolidés 3 pour 100.	59 1/4	78 1/4	93 5/8	86	89 3/4	82 1/2
Blé (froment), la mesure de 8 boisseaux.	157/00	109/16	78/01	88/45	92/62	72/73
Fonte ang. en gueuse, prix de Birmingham, par tonne..	198.00	160.00	162.80	137.60	112.40	
Fer angl. en barres, prix de Birmingham, par tonne..	....	263.60	226.80	193.80	151.02	126.00
Fer de Suède en barres, rendu à Londres, déduction faite du droit de 4 l. à 6 l. st. 10 sh. par tonne........	519.20	440.00	352.80	364.40	347.00	329.92

Comme on pourrait peut-être déduire de ce tableau

des conclusions erronées, s'il était présenté sans explication, je joindrai ici les observations suivantes, dont je suis redevable à la complaisance de son auteur, M. Tooke. J'espère que M. Tooke voudra bien donner une suite à son intéressant ouvrage sur les variations des prix, et qu'il y comprendra les importantes années qui se sont écoulées depuis la publication de son livre.

« Le tableau commence à l'année 1812; il montre depuis cette année une grande baisse progressive dans le prix du blé et du fer, accompagnée d'une baisse semblable dans le prix de l'or, et présente ainsi les élémens convenables pour examiner les conséquences et la cause première de ces effets. Quant à ce qui regarde le blé, cette élévation excessive de son prix en 1812 tenait à une suite de mauvaises récoltes auxquelles les importations, toujours extrêmement coûteuses, ne peuvent suppléer qu'imparfaitement. En décembre 1813, quand le prix de l'or était monté à 5 livres sterling (125 francs) l'once, le prix du blé était tombé à 73 sh. (86 francs environ) ou à 50 pour 100 au-dessous du prix qu'il avait au printemps de 1812: ce qui prouve évidemment que ces deux marchandises étaient sous l'influence de *causes opposées*.

» D'un autre côté, en 1812, le fret et l'assurance des expéditions de fer de Suède étaient beaucoup plus chers qu'à présent; et la réduction qu'ils ont éprouvée forme presque toute la différence du

prix actuel de ce fer avec celui de 1812. En 1818 une spéculation immense éleva le prix de tous les fers; de sorte qu'une partie de la baisse qui suivit ne fut qu'une simple réaction, après une hausse artificielle. Plus récemment, en 1825, une grande hausse faite par spéculation sur le même objet, stimula activement l'accroissement de la production. En considérant le développement extraordinaire de cette production et le perfectionnement des machines depuis cette époque, on aura l'explication complète de l'abaissement du prix actuel. »

A ces réflexions de M. Tooke, j'ajouterai, d'après mes propres observations, que de toutes les causes qui peuvent influer sur la diminution des prix, la plus énergique, sans aucun doute, suivant moi, c'est l'invention de procédés de fabrication plus économiques. L'extension de cette perfection toujours croissante qui laisse encore un bénéfice au fabricant, malgré la réduction des prix, est vraiment surprenante, comme on le verra par l'exemple suivant, dont on peut garantir l'authenticité. Il y a vingt ans on *faisait* à Birmingham les boutons de cuivre pour serrures, et leur prix était de 13 shillings 4 pence (15 fr. 50 c.) la douzaine. Maintenant on *fabrique* le même article; il a le même poids et un fini égal ou plutôt supérieur, et ne coûte que 1 shilling 9 pence et demi (2 fr. 06 c.) la douzaine. Une circonstance particulière a contribué à cette économie surpre-

nante de fabrication : c'est que le tour où sont finis ces boutons reçoit aujourd'hui son mouvement d'une machine à vapeur; de sorte que l'ouvrier, dispensé de cette partie du travail, peut faire dans le même temps vingt fois autant de boutons qu'auparavant.

206. Le tableau suivant présente une comparaison curieuse des différens prix fixés pour une même marchandise, suivant ses dimensions, à diverses époques dans le même pays, et à la même époque dans des pays différens.

Comparaison du prix des glaces fabriquées à Londres, à Paris, à Berlin.

Hauteur.	Largeur.	Londres.			Paris.	Berlin
		1771.	1794.	1832.	1825.	1828.
40c	40c	11f89c	11f70c	20f30c	9f96c	10f34c
75	50	42.00	54.07	58.32	44.72	37.38
1m25	75	627.50	283.00	166.00	231.92	216.68
1.50	1m00	1705.60	680.00	348.62	563.00	550.00
1.90	1.00	....	1090.56	482.00	812.32	885.38
2.25	1.25	....	2126.00	871.59	1793.50	
2.50	1.82	....	6930.00	1871.56	5207.37	
3.00	1.82	....	....	2462.67	8924.47	

Le prix de l'étamage est, pour les glaces anglaises, 20 pour 100 de leur prix de vente, pour les glaces de Paris, 10 pour 100, et 12 ½ pour 100 pour les glaces de Berlin.

Le tableau suivant présente la dimension et le

prix après l'étamage des plus grandes glaces qui aient été faites par la compagnie des glaces anglaises (*British plate glass company*), et qui sont maintenant dans le dépôt de Londres.

Hauteur.	Largeur.	Prix après l'étamage.
3m30	2m10	5149f28c
3.65	2.02	5552.12
3.72	2.10	5924.54
3.77	2.07	6035.00
4.00	2.00	6317.00.

La plus grande glace étamée jusqu'à ce jour à Paris avait 3m,20 de hauteur, sur 2m,00 de largeur. Son prix était de 15864 fr. 72 c :

207. De toute cette discussion il résulte qu'il n'existe aucune matière, ni même aucune combinaison faite avec les divers produits de l'industrie, qui puisse nous fournir une unité invariable pour établir une échelle de comparaison des valeurs d'une même marchandise à diverses époques. Malthus avait proposé de prendre le travail fait en un jour par un laboureur, pour cette unité à laquelle on devait rapporter toutes les autres valeurs. C'est ainsi que pour comparer la valeur actuelle en Saxe de 20 yards de drap, avec la valeur d'une même longueur et d'une pareille qualité de drap fabriqué en Angleterre il y a deux siècles, nous devons chercher le nombre de jours de travail que la fabrication de ce drap eût exigé à cette époque en Angleterre, et le comparer

avec le nombre de journées nécessaire en Saxe aujourd'hui pour cette même fabrication. Malthus paraît avoir choisi le travail du journalier laboureur, parce que ce travail est de tous les pays, parce qu'il emploie un grand nombre d'individus, et aussi parce qu'il demande peu d'instruction antérieure. Au fond, ce genre de travail ne semble être purement qu'une application de la force physique de l'homme, et l'avantage unique du moteur employé sur toute autre machine d'une force égale tient à la faculté qu'il a de se transporter et de diriger ses efforts vers tel ou tel but, à volonté et instantanément. Peut-être serait-il utile de rechercher si l'on n'obtiendrait pas un terme moyen de comparaison plus constant en combinant avec cette espèce de travail les métiers qui ne demandent que peu d'adresse et qui sont exercés dans tous les pays civilisés, tels que les métiers de forgeron, de charpentier, etc. (1). Pour des comparaisons semblables, il existe encore un élément qui n'est pas rigoureusement nécessaire, mais qui jette une grande lumière sur la question ; c'est une appréciation exacte de la quantité de substances nutritives con-

(1) On trouvera beaucoup de renseignemens utiles pour une semblable recherche dans le rapport de la commission de la chambre des communes sur le travail des manufactures, 2 juillet 1830 ; ces renseignemens sont limités, il est vrai, aux périodes de temps embrassées par le rapport. (A.)

sommées ordinairement par l'ouvrier, en comparant la quantité indispensable pour sa nourriture journalière, avec celle que le paiement de ses journées lui permettrait d'acheter.

208. Souvent il est avantageux aux petits producteurs et aux marchands, qu'il s'établisse entre eux une espèce de classe intermédiaire qui compose la classe des commissionnaires; et, dans le développement successif de certaines industries, il existe certaines époques qui donnent naissance à cette classe de commerçans. Il se présente aussi des momens où cesse l'avantage de cette espèce intermédiaire, et alors finit l'habitude de s'en servir; c'est lorsque ces commerçans intermédiaires sont devenus trop nombreux, comme il arrive quelquefois dans le commerce de détail; alors le prix définitif se trouve augmenté, sans aucune utilité pour le producteur et le consommateur. Ainsi, dans la dernier examen de la situation du commerce du charbon de terre fait par la chambre des communes, on voit que les cinq sixièmes de la population de Londres sont desservis par une classe de marchands intermédiaires entre le consommateur et le marchand, et qu'on appelle *marchands de charbon à la plaque de cuivre;* ce sont des employés de forts marchands, des domestiques et d'autres individus sans maison de commerce, lesquels ne font que transmettre la commande du consommateur au vrai marchand, qui

envoie le charbon de son magasin. Ces marchands à la plaque de cuivre reçoivent une commission pour leurs soins, et cette commission est une perte pour le consommateur (1).

209. En Italie, ce système est pratiqué en grand par les *voiturins*, individus qui se chargent du transport des voyageurs. Quelques-uns de ces voiturins, étant doués de plus de loquelle et de manières plus persuasives que les autres, fréquentent les auberges où se rendent ordinairement *les Anglais*; et, dès qu'ils ont conclu un marché pour le transport d'un voyageur, ils retournent auprès de leurs compagnons, se procurent un autre voiturin qui se charge de l'affaire à bien plus bas prix et empochent eux-mêmes la différence. Un peu avant le jour du départ, celui qui a fait le marché vient trouver son voyageur, lui dit qu'il est au désespoir, qu'il lui est impossible de faire le voyage à cause de la maladie dangereuse de sa mère ou d'un proche parent, et lui demande de prendre à sa place son cousin ou son frère qui se charge de le transporter. Le voyageur presque toujours consent à ce changement, et souvent loue la piété filiale du coquin qui l'a trompé.

---

(1) On trouvera divers exemples plus frappans encore des inconvéniens de ces intermédiaires parasites, dans les Lettres de M. Biot, membre de l'Institut, sur les approvisionnemens de Paris, insérées aux nos 35 et 36 de la *Revue Britannique*. (T.)

CHAPITRE XVIII.

Des matières brutes.

153. Quoique, en dernière analyse, le prix d'un objet quelconque puisse être réduit au prix de la quantité de travail employée à sa production, cependant il est d'usage de désigner par le nom de *matières brutes* les matières qui n'ont qu'un premier degré de fabrication. Ainsi quand le fer, une fois extrait du minerai et devenu fer malléable, est dans un état de préparation qui le rend propre à beaucoup d'applications utiles, il se trouve être la matière brute, par rapport à ces applications, et ainsi il est la matière brute dont sont formés presque tous les instrumens. A cette époque de la fabrication, la matière n'a exigé qu'une quantité de travail assez faible. Dans quelles proportions la *matière brute,* suivant le sens que nous venons de donner à ce terme, et, d'un autre côté, le *travail* ou la *façon,* contribuent-ils à établir la valeur des produits industriels? c'est une recherche qui nous semble intéressante, et que nous entreprendrons dans ce chapitre.

211. Les feuilles d'or se font avec de l'or battu, devenu si mince qu'il laisse passer une lumière

d'un vert bleuâtre à travers ses pores. Pour 1 fr. 75 c. on vend un petit cahier de 25 feuilles d'or qui représentent à peu près une surface de 400 pouces carrés anglais (25 d. c.). Dans ce cas, la matière brute ou l'or représente un peu moins des deux tiers du prix de l'objet manufacturé. Pour les feuilles d'argent, la proportion est inverse : le prix de la façon surpasse de beaucoup le prix de la matière brute. Un cahier de cinquante feuilles qui couvre environ 1000 pouces carrés (62 d. c.), coûte 1 fr. 45 c.

212. Les belles chaînes d'or qu'on fait à Venise présentent, dans leurs différens prix et leurs différentes dimensions, un exemple de l'influence des deux causes que nous venons de signaler. La dimension des anneaux de ces chaînes se connaît par leur numéro : en 1828, les plus fines avaient le nº 1; les nombres au-dessus, 2, 3, 4, correspondaient à de plus grandes dimensions. Le tableau suivant présente le nombre et les prix des chaînes faites à cette époque (1). La première colonne contient le nombre connu qui désigne la dimension de la chaîne; la seconde le poids d'un pouce de longueur de chaque chaîne; la troisième montre le nombre d'anneaux contenus dans ce pouce de longueur; la

(1) Depuis, en 1832, on a fait une espèce de chaînes encore plus fines. (A.)

dernière exprime le prix en francs de chaque *braccio* de Venise, ou d'environ 2 pieds anglais de chaque chaîne, ou 61 centimètres français.

Chaînes d'or de Venise (1).

N^{os}.	Poids d'un pouce anglais (25 millim.) de longueur.	Nombre d'anneaux contenus dans un pouce.	Prix d'un braccio vénitien en France.
0	0^{gr}028	98 à 100	60^{f}
1	0,037	92	40
1 ½	0,056	88	26
2	0,065	84	20
3	0,096	72	20
4	0,110	64	21
5	0,136	64	23
6	0,175	60	24
7	0,224	56	27
8	0,244	56	29
9	0,252	56	32
10	0,356	50	34
24	0,640	32	60

Parmi ces chaînes, le n° 0 et le n° 24 ont le même prix, quoiqu'il y ait dans ce dernier numéro plus de vingt-deux fois autant d'or que dans le premier. Telle est la difficulté de faire les plus petites chaînes,

(1) L'or des chaînes de parure vaut 2 fr. 63 c. le gramme. (Héron de Villefosse, *des Métaux*, 1827.) (T.)

que les femmes employées à ce travail ne peuvent travailler plus de deux heures de suite. A mesure qu'on s'éloigne du premier numéro, le rapport de la valeur de la façon à la valeur de la matière va en décroissant de plus en plus jusqu'aux n°s 4 et 6, où ces deux élémens se balancent à peu près. Ensuite la difficulté du travail diminue, et la valeur de la matière augmente.

213. Le travail de ces chaînes d'or ne peut pas toutefois se comparer au travail qu'exige la fabrication de divers objets en fer. Dans les plus petites chaînes de Venise, la valeur du travail n'est pas plus de trente fois au-dessus de celle de l'or; elle est bien autre pour les ressorts de montre, qui coûtent 20 c. l'un en détail, et pèsent *chacun* $\frac{15}{100}$ de grain; car la livre du fer de la meilleure qualité, qui sert de matière première pour la confection de quarante mille de ces ressorts, se vend aussi en détail au même prix de 20 c. Dans ce cas, la valeur du travail est d'environ quarante mille fois la valeur de la matière première.

214. M. Héron de Villefosse, dans un Mémoire intitulé *Recherches statistiques sur les métaux en France*, a établi une comparaison entre le prix des matières brutes et des matières ouvrées : son travail est fait avec tant de soin, que nous croyons devoir en présenter un extrait. On doit se rappeler que les données de M. de Villefosse se rapportent à l'année 1825.

En France, si l'on représente par 1 le prix de la matière première, le prix de cette même matière travaillée devient :

Pour les soieries	2,37
les draperies et lainages	2,15
les toiles de chanvre et câbles	3,94
les tissus de coton, y compris les dentelles	5,00
les ouvrages en coton	2,44

Pour les métaux :

Prix du métal brut en 1825.		Prix du métal ouvré, la valeur première étant donnée par 1.
Plomb, 52f le quintal métrique.	Feuilles, tuyaux de dimension moyenne	1,25
	Blanc de céruse	2,60
	Caractères ordinaires d'imprimerie	4,90
	Petits caractères	28,30
Cuivre, 254f	Feuilles de cuivre	1,26
	Ustensiles de ménage	4,77
	Épingles blanches ordinaires en laiton étamé.	3,34
	Plaqué d'argent, au vingtième du poids.	3,56
	Toiles métalliques, dont le pied carré contenait 10,000 mailles	58,23
Étain, 230f	Feuilles pour étamage de glaces	1,73
	Ustensiles de ménage	1,85
Mercure, 540f	Vermillon de qualité moyenne	1,81
Arsenic, 60f	Oxide blanc d'arsenic	1,83
	Sulfure d'arsenic (orpiment)	4,26
Fonte de fer brute, 20f	Ustensiles de ménage	2,00
	Pièces de mécanique	4,00
	Pièces de bijouterie, boucles, etc.	45,00
	Bracelets, figures, boutons	147,00

Prix du métal brut en 1825.		Prix du métal ouvré, la valeur première étant donnée par 1.
Fer en barres, 56f	Outils aratoires	31,2
	Canons de fusils de munition	9,10
	Canons de fusils doubles à rubans, tordus et damassés	238,08
	Lames de canifs de bureau	657,14
	Lames de rasoirs, acier fondu	53,57
	Lames de sabres pour cavalerie, infanterie et artillerie	de 9,25 à 16,09
	Lames de couteaux de table	35,70
	Boucles de ceinture en acier poli	896,66
	Épingles drapières	8,03
	Loquets en fer, et verrous	de 4,85 à 8,50
	Limes, en paquet	2,55
	Limes plates en acier fondu	20,44
	Fers à cheval	2,55
	Fers de fonderie pour clous	1,10
	Toiles métalliques en fil de fer, nº 80	96,71
	Aiguilles	de 17,33 à 70,85
	Peignes dits *rots*, pour calicots 3/4	21,87
	Scies en acier	7,50
	Scies à bois	14,28
	Ciseaux fins	446,94
	Poignées d'épées en acier poli	972,82
	Acier fondu	4,28
	Tôle d'acier fondu	6,25
	Acier cémenté	2,41
	Acier naturel	1,42
	Fer-blanc	de 2,04 à 2,34
	Fil de fer	de 2,14 à 10,71

215. M. de Villefosse donne le tableau suivant du prix du fer en barres pris à la forge dans divers pays, et en janvier 1825.

	Par tonne de 1000 kilog.
France	560f
Belgique et Allemagne	417
Suède et Russie, à Stockholm et à Saint-Péterbourg.	340
Angleterre, pris à Cardiff	252

Le prix du fer anglais en 1832 est de 125 fr. les 1000 kilogrammes.

M. de Villefosse établit qu'en France le fer en barres fabriqué au charbon de bois revient à trois fois le prix de la fonte dont il est fait; tandis qu'en Angleterre, où il se fabrique ordinairement au coke, il coûte seulement deux fois le prix de la fonte.

216. Aujourd'hui (en 1832) le plomb coûte en Angleterre 13 livres sterling (300 fr.) la tonne, et quand il est converti en *plomb laminé*, sa valeur première étant supposée 1, devient 1,08. De même, le saumon de cuivre, cuivre brut, coûte 84 livres st. (2100 fr.) la tonne, et une fois laminé en feuilles, sa valeur primitive étant toujours supposée 1, devient 1,11.

CHAPITRE XIX.

De la division du travail.

217. De tous les principes d'économie manufacturière, le plus important peut-être c'est la division du travail entre les individus qui concourent à la confection du produit manufacturé. Les premières applications de ce principe général doivent remonter à l'origine de la société humaine; car il dut être de suite évident à tous les esprits, qu'on pouvait obtenir plus de choses utiles ou commodes à la vie en limitant le travail de l'un à faire des arcs, de l'autre à bâtir des maisons, d'un troisième à faire des bateaux, etc. Cette division première du travail, qui créa les métiers, ne fut pas une conséquence de cette opinion consacrée aujourd'hui, que la richesse de la communauté est augmentée par la division du travail. Ce fut un simple arrangement qui se fit, parce que chaque individu trouva qu'en employant son temps à une même chose, il pouvait tirer meilleur parti de son travail qu'en s'occupant d'objets variés. La Société a dû faire des pas immenses avant que ce principe ait pu arriver à créer

le système des ateliers; car c'est seulement dans les pays qui ont atteint un haut degré de civilisation, et dans les articles de vente où la concurrence est grande entre les producteurs, que la division du travail présente un système organisé dans toute sa perfection.

Les causes premières des avantages généraux qui résultent de la division du travail ont été un objet de grande discussion entre les auteurs qui se sont occupés d'économie politique; cependant il ne me semble pas que l'importance relative de l'influence de ces diverses causes ait été appréciée, dans tous les cas, avec assez de précision. Pour le moment je vais offrir un exposé rapide de ces causes premières ; ensuite j'indiquerai les considérations qui me semblent avoir été omises par ceux qui ont traité ce sujet avant moi.

218. *Du temps nécessaire pour apprendre un métier.* — On doit concevoir aisément que la quantité de temps nécessaire pour apprendre un métier dépend de sa difficulté, et que plus il entraîne de détails, plus le temps de l'apprentissage devra être long. Dans plusieurs métiers de première classe on a fixé à une étendue de cinq ou six ans le temps nécessaire pour que l'apprenti sache passablement ce métier, et rembourse par son travail utile des dernières années, la dépense que le maître a dû supporter dans les premières. Mais si, au lieu d'apprendre toutes les

opérations de détail d'un métier, l'apprenti borne son attention à une seule de ces opérations; alors, sur le temps entier de son apprentissage il n'y aura qu'une petite partie de perdue en commençant; tout le reste sera profitable au maître; et s'il existe une concurrence un peu active entre les différens maîtres, l'apprenti pourra obtenir de meilleures conditions, et abréger le temps de son esclavage. D'un autre côté, la facilité de devenir habile dans un seul détail, et le court espace de temps après lequel on peut gagner, engageront un plus grand nombre de parens à diriger leurs enfans vers cette partie, et par là le nombre des ouvriers se trouvant augmenté, le prix de la main-d'œuvre devra diminuer en proportion.

219. *Matière perdue dans l'apprentissage.* — Il y aura toujours une certaine quantité de matière ou perdue ou employée sans profit par tout individu qui apprend un métier. A chaque détail de ce métier qu'il abordera, il perdra une certaine quantité de matière première ou de matière qui aura déjà subi divers détails de la fabrication. Mais cette perte est bien plus considérable dans le cas où chaque ouvrier apprend successivement tous les détails du métier, qu'elle ne l'est dans celui où chacun de ces mêmes ouvriers limite son attention à un seul détail. Sous ce rapport, la division du travail diminue, comme on voit, le prix de la production.

220. *En passant d'une occupation à une autre, on perd toujours du temps.* — Cet inconvénient grave est évité complètement par la division du travail; quand l'homme a occupé, pendant quelque temps, sa tête ou son bras à un certain genre d'ouvrage, s'il les dirige vers une autre occupation, il ne peut en tirer instantanément tout l'effet possible. Les muscles des membres employés dans la première opération, ont acquis une certaine flexibilité pendant leur action, tandis que ceux qui doivent agir maintenant, se sont comme engourdis dans le repos; ce qui produit de la lenteur et de l'inégalité dans les mouvemens au commencement du nouveau travail. Une longue habitude donne aussi aux muscles exercés la faculté d'endurer bien mieux la fatigue produite par un genre quelconque de travail. Un résultat semblable s'observe dans les changemens d'occupation de l'esprit : au commencement, l'attention ne se fixe pas aussi parfaitement sur le nouveau sujet qu'après quelques minutes d'exercice.

221. *Changement d'outils.* — Une autre cause de perte de temps en passant d'un travail à un autre, c'est l'emploi d'outils différens dans chaque espèce de travail : si ces outils sont d'une forme assez simple, si le changement d'occupation n'est pas fréquent, la perte de temps est peu sensible; mais, dans bien des détails de plusieurs métiers, l'instrument dont on se sert est assez délicat, et doit être soigneusement ajusté avant d'être mis en

usage : dans plusieurs cas, le temps ainsi employé à ajuster l'outil, approche beaucoup du temps employé à s'en servir. Le tour, la machine à percer, la machine à diviser, doivent être disposés avec un grand soin ; c'est pour cette raison que dans des établissemens assez considérables on trouve une économie sensible à tenir une machine constamment occupée à un seul genre de travail. Par exemple, un tour armé d'un mouvement de translation par le moyen d'une vis, qui fait marcher le support du burin parallèlement à lui-même, fera constamment des cylindres ; un autre, dont le mouvement est réglé de manière à rendre uniforme la vitesse de l'objet au point où il passe devant le burin, sera employé uniquement à façonner des surfaces, et un troisième sera consacré à tailler les dents de roues.

222. *Habileté acquise par la répétition fréquente du même travail.* — La répétition constante de la même opération de détail donne nécessairement à l'ouvrier un degré d'habileté et de promptitude dans sa partie, que ne peut atteindre un individu obligé de s'appliquer successivement à plusieurs opérations différentes. Une circonstance contribue encore à augmenter cette promptitude d'exécution ; c'est l'habitude, généralement introduite dans les fabriques où la division du travail est établie en grand, de fixer le prix de chaque opération d'après le nombre de pièces fabriquées.

L'effet de cette cause particulière sur la quantité de la production peut difficilement s'estimer en nombres. Dans le métier de cloutier, suivant Adam Smith, elle va jusqu'à tripler la quantité fabriquée; car il observe qu'un forgeron qui sait faire des clous, mais qui n'est pas uniquement cloutier de son état, ne peut faire que huit cents ou au plus mille clous par jour; tandis qu'un ouvrier qui n'a jamais exercé d'autre métier, en peut faire plus de deux mille trois cents dans sa journée.

223. Dans une circonstance où il fallait une émission considérable de billets de banque, un employé de la banque anglaise devait à chaque billet signer son nom, composé de sept lettres y compris l'initiale du nom de baptême, et répétait ainsi cette opération cinq mille trois cents fois pendant onze heures de travail; de plus, en même temps il arrangeait les billets signés en paquets de cinquante. L'économie de production qui résulte de cette spécialité d'occupation est nécessairement différente suivant les différens métiers; celui du cloutier peut être même considéré comme l'exemple extrême dans ce genre. Il faut encore observer que, sous un certain point de vue, cette spécialité absolue de travail n'est pas une cause d'avantage tout-à-fait constante : elle a bien son effet au commencement d'une fabrique nouvelle; mais chaque mois ajoute à l'habileté de tous les ouvriers, et après les trois ou quatre premières

années, ceux qui auront pratiqué plusieurs branches de la fabrication ne seront guère au-dessous, comme adresse et rapidité d'exécution, de ceux qui se seront consacrés à une seule branche exclusivement.

214. *De la division du travail naît l'invention d'outils et de machines propres à exécuter chaque opération de détail.* — Quand chaque détail de la fabrication d'un objet quelconque devient l'occupation unique d'un individu, l'attention de l'ouvrier étant consacrée tout entière à une opération simple et limitée, toute espèce de perfectionnement possible dans la forme de ses outils ou dans la manière de s'en servir se présente bien plus facilement à son esprit que s'il était distrait par des opérations variées. Ce perfectionnement dans l'outil est ordinairement le premier pas vers l'invention d'une machine. Supposons, par exemple, qu'une pièce de métal doive être burinée au tour; pour que le burinage soit net, il faut que la direction de l'outil fasse un certain angle avec l'arbre du tour ; il est donc naturel que l'idée de fixer le burin suivant cet angle se présente d'elle-même à l'ouvrier intelligent. La nécessité de mouvoir l'instrument lentement et parallèlement à sa première direction a dû suggérer l'invention de la vis, et par suite du chariot du tour. De même, c'est probablement l'idée d'ajuster un ciseau dans un châssis, pour qu'il n'entamât

pas le bois trop profondément, qui a fait inventer le rabot du menuisier. Quand on se sert d'un marteau pour frapper, l'expérience indique la force qu'il est nécessaire de développer. Pour passer de ce marteau à la main au marteau monté sur un arbre de rotation et soulevé régulièrement à une hauteur constante par un moyen mécanique, il faut peut-être un degré d'invention supérieur à celui de l'ouvrier ordinaire; cependant il n'est pas difficile de concevoir que le marteau tombant toujours de la même hauteur produira toujours le même effet.

225. Quand chaque opération particulière a été réduite à l'emploi d'un instrument simple, la réunion de tous ces instrumens mis en action par un seul moteur constitue ce que l'on appelle une machine. En général, les ouvriers sont assez heureux pour inventer des outils ou des procédés de simplification : mais pour combiner une machine avec tous les détails isolés il faut des connaissances bien au-dessus de leurs notions ordinaires. C'est sans doute un bon antécédent à cet effet qu'une instruction première, comme ouvrier, dans un métier spécial; mais pour pouvoir faire des combinaisons mécaniques avec quelque espoir plausible de succès, il faut posséder à la fois une connaissance étendue de la Mécanique pratique, et la faculté d'exécuter un dessin de machine. Ces deux talens sont aujourd'hui bien plus répan-

dus qu'autrefois, et c'est à leur absence complète que tiennent probablement les nombreuses fautes qui se rencontrent dans l'histoire du commencement de beaucoup d'industries.

226. Telles sont les causes généralement reconnues des avantages qui dérivent de la division du travail. Dans l'examen que j'ai fait de cette question, il m'a semblé, comme je l'ai déjà dit, que l'on a négligé entièrement jusqu'ici des élémens qui exercent sur elle une influence très sensible, et c'est ce qui m'engage à rapporter les propres termes d'Adam Smith : « L'augmentation de la quantité » d'ouvrage qu'un nombre donné d'individus peut » exécuter par suite de la division du travail tient » à trois circonstances différentes, qui sont : 1°. le » perfectionnement de l'habileté de chaque ouvrier, » individuellement ; 2°. l'économie du temps qui » est ordinairement perdu en passant d'un genre » d'ouvrage à un autre ; 3°. l'invention d'un grand » nombre de machines qui facilitent le travail, qui » l'abrégent, et rendent un seul homme capable de » faire l'ouvrage de plusieurs ouvriers. » Quoique ce soient là des causes d'une grande importance, et dont chacune a son influence particulière sur le résultat, cependant je crois qu'on expliquerait imparfaitement la liaison qui existe entre l'économie des produits manufacturés et la division du travail, si l'on omettait le principe suivant :

En divisant l'ouvrage en plusieurs opérations

distinctes dont chacune demande différens degrés d'adresse et de force, le maître fabricant peut se procurer exactement la quantité précise d'adresse et de force nécessaires pour chaque opération; tandis que si l'ouvrage entier devait être exécuté par un seul ouvrier, cet ouvrier devrait avoir à la fois assez d'adresse pour exécuter les opérations les plus délicates, et assez de force pour exécuter les opérations les plus pénibles (1).

227. Comme il me semble très important de faire bien entendre ce principe duquel dépend en grande partie l'économie qui résulte de la division du travail, je crois devoir l'expliquer par un exemple numérique tiré d'un genre spécial de fabrication. L'art de faire des aiguilles nous fournirait un grand nombre de détails tous différens entre eux, et sous ce rapport il conviendrait peut-être de le prendre pour exemple. Cependant, je choisirai de préférence l'art plus simple de faire des épingles, qui mérite quelque attention, comme ayant été pris par Adam Smith, pour exemple de la division du travail; et dans ce choix je suis confirmé

---

(1) J'ai dit que ce principe s'était présenté à mon esprit après avoir visité moi-même un grand nombre de manufactures et d'ateliers de différens genres; mais depuis je l'ai trouvé énoncé d'une manière distincte dans l'ouvrage de Gioja, *Nuovo prospetto delle Scienze Economiche*, 6 vol. in-4°; Milan, 1815. Tome I, chap. IV. (A.)

par cette circonstance particulière, que j'ai entre les mains une description exacte et très détaillée de cet art, tel qu'il était pratiqué en France il y a un demi-siècle environ.

228. La fabrication des épingles, en Angleterre, se divise en plusieurs opérations :

1°. *Etirer le fil de cuivre.* — Le fabricant achète le fil de cuivre pour faire des épingles, en paquets circulaires de 32 pouces de diamètre, et dont chacun pèse environ 36 livres. Ces paquets sont décomposés en autres paquets plus petits de 6 pouces de diamètre et du poids de 1 à 2 livres. On réduit l'épaisseur du fil en l'étirant à diverses reprises dans des filières, jusqu'à ce qu'il soit à la dimension requise pour le genre d'épingles qu'on veut fabriquer. Pendant l'étirage le fil s'aigrit : pour l'empêcher de devenir cassant, il faut avoir soin de le recuire, et il faut répéter deux ou trois fois cette opération, suivant l'épaisseur à laquelle on veut réduire le fil. Les paquets sont ensuite trempés dans une dissolution faible d'acide sulfurique, pour les décaper; et on les bat sur une pierre pour enlever toute légère couche d'oxide qui pourrait encore adhérer au fil. Ce travail est fait ordinairement par des hommes qui étirent et nettoient de 30 à 36 livres de fil de cuivre par jour. Ils sont payés à raison de 5 farthings (12 c. 5) par livre, et gagnent généralement 3 shillings 6 deniers (4 fr. 06 c.) par jour.

Perronnet a fait quelques expériences sur l'ex-

tension progressive du fil à son passage dans chaque filière. Il opéra sur un bout de fil mince de cuivre de Suède, et trouva les résultats suivans.

Longueur du fil avant l'étirage..............	3 pieds	8 pouces.
Après avoir passé à la première filière........	5	5
à la deuxième filière........	7	2
à la troisième filière........	7	8

Alors on le fit recuire, et sa longueur devint

Après la quatrième filière..................	10 pieds	8 pouces.
la cinquième filière..................	13	1
la sixième filière..................	16	8
Et, enfin, après avoir passé dans six autres filières successives.......................	144	0.

Les diamètres des filières employées dans cette expérience ne diminuaient pas suivant une proportion régulière; cette diminution exacte est en effet très difficile à obtenir dans la première exécution des filières; elle est encore plus difficile à conserver après que ces filières ont servi quelque temps.

229. 2°. *Dresser le fil.* — Le paquet de fil de cuivre passe maintenant aux mains d'une femme assistée d'un petit garçon ou d'une petite fille. Cette ouvrière passe le bout du fil entre une suite de clous ou de pointes en fer, fixés suivant une ligne à peu près droite sur l'extrémité d'une table de bois de 20 pieds de long environ, et le tire ainsi jusqu'à l'autre bout de la table. Cette opération a pour but de dresser le fil, qui a pris une courbure uniforme, étant roulé

en petits paquets. Le fil ainsi dressé est coupé, et le restant du paquet est dressé de même. On emploie ordinairement sept clous ou pointes pour ce dressage, et leur arrangement demande assez d'adresse. Les trois premières pointes sont disposées de manière à donner au fil une courbure inverse de celle qu'il avait dans le paquet; puis en passant entre les deux pointes suivantes, le fil prend une autre courbure dans le sens de la première direction, mais sur un rayon plus étendu, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que la courbure du fil se confonde sensiblement avec une ligne droite.

230. 3°. *Empointage.* — Un homme placé près de là prend un paquet d'environ 300 longueurs ainsi dressées, le met dans une jauge, et par le moyen d'une paire de cisailles mues avec son pied, coupe sur un bout de chaque paquet une longueur égale à celle de six épingles. Il continue ainsi jusqu'à ce que tout le paquet soit coupé en morceaux ou *tronçons* semblables. L'opération suivante est l'aiguisage des bouts; pour cela l'ouvrier s'asseoit devant une meule d'acier qui tourne rapidement, et pressant une vingtaine de tronçons entre le pouce et l'index de chaque main, il en présente le bout à la meule, en ayant soin de faire tourner chaque *tronçon* entre ses deux doigts, pour que la pointe soit bien centrée. La meule est un cylindre d'environ 6 pouc. de diamètre, de 2 pouc. et demi d'épaisseur, et doublé d'acier travaillé en forme de lime. Une

autre meule est fixée sur le même axe, à une distance de quelques pouces; elle est plus fine, et sert à finir les pointes. Quand l'ouvrier a empointé ainsi par un bout tous les morceaux, il les retourne et les empointe par l'autre bout. Cette opération demande beaucoup d'adresse, mais n'est pas nuisible pour la santé; tandis que l'opération semblable dans la fabrication des aiguilles est très dangereuse. Les morceaux ainsi empointés des deux bouts sont mis dans une nouvelle jauge, et les bouts aiguisés sont coupés au moyen de ciseaux, à la longueur précise des épingles demandées. Le morceau restant, qui ne représente plus que quatre épingles, est appointé de même, et ensuite les bouts sont coupés aux cisailles. Cette opération se répète trois fois, et le petit bout de fil de cuivre qui reste au milieu, à la fin, est jeté au rebut, pour être refondu avec la poussière qui tombe de la meule à aiguiser. Ordinairement un homme, sa femme et son enfant se réunissent pour cette série d'opérations, et sont payés à raison de 5 farthings (12 c. 5) par livre. Ils peuvent empointer de 34 à 36 livres et demie par jour, et gagner de 6 shillings 6 deniers à 7 shillings (7 fr. 54 c. à 8 fr. 12 c.) ce qui se divise ainsi : l'homme 5 shillings 6 deniers, la femme 1 shilling, et l'enfant 6 deniers, (6 fr. 38 c. 1 fr. 16 c., et 58 c.).

231. 4°. *Tortiller et couper les têtes.* — L'opération suivante est la fabrication des têtes d'épingles.

Pour cela, l'enfant prend un bout de fil de cuivre de la longueur voulue; il le fixe sur un axe, qu'il fait tourner rapidement au moyen d'une roue et d'une courroie: ce bout de fil s'appelle le moule. Il prend ensuite un fil d'un échantillon plus petit, le passe dans l'œil d'un petit instrument qu'il tient de la main gauche, et le fixe au pied du moule; puis, au moyen de la main droite, il fait tourner rapidement le moule, autour duquel le petit fil s'entortille, jusqu'à ce qu'il l'ait couvert sur toute sa longueur. L'enfant coupe alors le bout qui tient au pied du moule, et dégage la spirale ainsi formée. Quand il a fait une quantité suffisante de ces spirales, un homme en prend de 13 à 20 dans sa main gauche, entre le pouce et trois de ses doigts, et les présente devant une paire de ciseaux, en ayant soin qu'il n'y ait que deux révolutions de chaque spirale au-dessus du plan de ces ciseaux; l'index de cette même main, resté libre, lui sert à régler cet arrangement. Puis avec la main droite il ferme les ciseaux, et le morceau coupé tombe dans un bassin posé au-dessous; l'index de la main gauche empêchant, par sa position, que les têtes coupées ne puissent s'écarter. L'ouvrier qui coupe ainsi les têtes d'épingles gagne ordinairement 2 d. et demi à 3 d. (25 à 30 c.) par livre de têtes de grosses épingles : il est mieux payé pour les petites. On paie en outre l'enfant qui tord la spirale; il reçoit 4 à 6 d. par jour

(40 c. à 60 c.). Un bon ouvrier peut couper par jour de 6 à 30 livres de têtes d'épingles, suivant leur dimension.

232. 5°. *Fixer les têtes.* — Ce travail est ordinairement exécuté par des femmes et des enfans. Chaque ouvrier est assis devant un petit support en acier où est pratiquée une cavité que remplirait exactement la moitié d'une tête d'épingle. Au-dessus est un marteau d'acier avec un creux correspondant à l'autre moitié de la tête; ce marteau se lève au moyen d'une pédale mue par le pied; son poids varie de 7 à 2 livres, et il n'a guère que 1 à 2 pouces de chute. A chacun de ces creux est jointe une petite rainure pratiquée dans le marteau et dans le support, et destinée à recevoir le corps de l'épingle et à l'empêcher de s'aplatir sous le coup du marteau. L'ouvrier avec la main gauche plonge le bout empointé de l'épingle dans un paquet de têtes, et ayant passé cette pointe dans une de ces têtes, il la pousse à l'autre bout avec l'index; puis il passe l'épingle dans la main droite, place la tête dans le creux du support, lève le marteau au moyen de la pédale, et le laisse retomber sur sa tête. Ce coup fixe la tête sur la tige, que l'ouvrier retourne alors, de manière que la tête reçoive trois ou quatre coups sur diverses parties de son contour. Les femmes et les enfans qui fixent les têtes sont payés à raison de 1 shilling 6 deniers (1 fr. 75 c.) par 20 mille. Un habile ouvrier peut atteindre

ce nombre en un seul jour, mais avec beaucoup de peine; le travail ordinaire s'élève à 10 ou 15 mille; les enfans en font même beaucoup moins; ce qui tient naturellement à ce qu'ils sont moins adroits. Dans cette opération, les épingles manquées vont à 1 pour 100; elles sont ramassées par les femmes, et mises au rebut général qui vient des autres opérations et qui retourne au fondeur. La forme de l'espèce de coin que représentent les têtes, et que portent le marteau et le support, varie suivant la mode des temps : les coups répétés qu'ils éprouvent, obligent toujours à les réparer après qu'ils ont servi à la confection d'environ 30 livres d'épingles.

233. 6°. *Étamer les épingles.*— Maintenant vient l'étamage, qui est exécuté ordinairement par un homme aidé de sa femme ou d'un garçon. On opère ordinairement sur 50 livres d'épingles à la fois. On les place d'abord dans une dissolution de vinaigre pour enlever toute espèce de graisse ou d'ordure de leur surface, et bien décaper celle-ci; ce qui facilite l'adhérence de l'étain dans le procédé de l'étamage. De là elles passent dans une chaudière pleine d'une eau de crème de tartre, et y sont mêlées d'une certaine quantité d'étain en petits grains. On les fait bouillir pendant 2 heures et demie ordinairement, et elles sont mises ensuite dans un tube de verre où on les agite avec un peu de son pour les nettoyer. Puis elles en sont retirées, et

posées sur des plateaux de bois où elles sont fortement remuées dans du son sec, afin d'enlever l'eau qui pourrait être encore autour d'elles; et en donnant au plateau un mouvement particulier, les épingles sautent en l'air, et le son s'en va peu à peu, laissant les épingles seules sur le plateau. L'homme qui nettoie et qui étame gagne ordinairement 1 pence (10 c.) par livre, et, pendant qu'il fait bouillir un paquet d'épingles, il travaille au nettoyage des paquets déjà étamés. Il peut gagner jusqu'à 9 shill. (10 fr. 44 c.) par jour; mais sur ces 9 shillings il doit payer à son aide 3 shillings (3 fr. 45 c.).

234. 7°. *Piquer les papiers.* — Ce sont des femmes ordinairement qui arrangent les épingles une à une sur le papier. Les épingles leur viennent de l'étamage dans des espèces de tasses en bois, où elles sont placées, avec les pointes en dehors, dirigées dans tous les sens. Une femme en prend quelques-unes, les met sur les dents d'un peigne et les secoue; quelques épingles retombent dans la tasse; le reste reste pris par la tête et suspendu entre les dents du peigne. Les épingles étant ainsi arrangées dans un même sens, la femme en prend vingt-cinq dans des espèces de tenailles qui ont un nombre correspondant de rainures pratiquées à égale distance, et ayant d'abord doublé le papier, elle le pique contre les pointes d'épingles, jusqu'à ce qu'elles aient passé dans les deux plis qui doivent les retenir; puis elle ouvre les tenailles, et

recommence sur d'autres épingles. Dans ce travail une femme gagne 1 shilling 6 deniers, environ 1 fr. 75 c. par jour : quelquefois on y emploie des enfans, qui ne gagnent que 6 pence (60 cent.) par jour, ou un peu plus.

235. Après avoir ainsi décrit sommairement les différentes opérations dont se compose la fabrication des épingles, et fixé le prix de chacune d'elles séparément, il me semble convenable de présenter un tableau récapitulatif du temps que chacune exige, du prix de ce temps et de la somme totale qui peut être gagnée par un ouvrier limité à une seule de ces opérations. Comme le salaire des ouvriers est assez variable par sa nature, comme les prix payés et les quantités fabriquées n'ont pu être établis qu'entre de certaines limites, on ne doit pas s'attendre à trouver dans ce tableau le prix de chaque opération représenté avec l'exactitude la plus minutieuse. Nous devons même annoncer que souvent ses indications ne s'accorderont pas parfaitement avec les prix que nous avons déjà notés. Cependant, comme il a été fait avec soin, il suffira parfaitement pour un exposé général, et pour la démonstration des conséquences que nous voulons en déduire. Ce tableau sera accompagné d'un autre tableau analogue, tiré d'un mémoire de M. Perronnet, et qui représente l'état de la fabrication des épingles en France, il y a environ 70 ans.

FABRICATION ANGLAISE.

236. Les paquets d'épingles, par *onze*, pèsent à raison de 1 livre les 5546 épingles; pour les paquets à la *douzaine*, 6932 épingles pèsent 20 onces, et exigent 6 onces de papier.

Opérations.	Ouvriers.	Temps nécessaire pour faire une livre d'éping.	Prix de fabrication d'une livre d'éping. 1f=0,453	Gain de l'ouvrier par jour.	Prix de chaque opérat. pour une épingle, exprimé en centmilliém. de centime.
		Heures.			
1. Étirer le fil (228).	1 homme.	0,3636	0f120	3f76c	225
2. Dresser le fil (229)	1 femme..	0,3000	0,0284	1.16	51
	1 pet. fille.	0,3000	0,0142	0.60	26
3. Empointer (230).	1 homme.	0,3000	0,1775	6 10	319
4. Tortiller et couper les têtes (231).	1 enfant..	0,4000	0,0014	0.45	3
	1 homme.	0,4000	0,0210	6.20	38
5. Fixer les têtes (232)	1 femme..	4,0000	0,50	1.45	901
6. Blanchir les épingles (233).	1 homme.	0,1071	0,0666	6.95	121
	1 femme..	0,1071	0,0333	3.45	60
7. Piquer les papiers (234)......	1 femme..	2.1314	0,3197	1.75	576
	Total...	7,6872	1,2600		2320

Nombre d'ouvriers employés : 4 hommes, 4 femmes, 2 enfans.

Total...... 10 ouvriers.

FABRICATION FRANÇAISE.

237. Prix de 12000 épingles n° 6, chacune ayant 7 lignes ½ en longueur, comme on les fabriquait en 1760, avec le prix de chaque opération séparée, extrait du mémoire de M. Perronnet.

Opérations.	Temps nécessaire pour faire 12000 épin.	Prix de la façon de 12000 épin.	Gain ordinaire de l'ouvrier par jour.	Prix des outils et matières premières.
	Heures.			
1. Fil de cuivre....	....	....	....	2f40
2. Dresser et couper	1,20	5c	44c	
3. Empointer grossièrement.....	1,20	6	1f00	
3. Tourner la meule (1).........	1,20	8,5	0.70	
3. Finir l'empointage..........	0,80	5	0,91	
3. Tourner la meule.	1,20	5	0,45	
3. Couper les bouts empointés....	0,60	3,50	0,75	
4. Tourner en spirale..........	0,5	1,20	0,30	
4. Couper les pointes	0,8	3,50	0,55	
Combustib. pour recuire.......	....	....	....	0,012
5. Fixer les têtes...	12,0	3,30	0,41	
6. Tartre à nettoyer	....	....	....	0,05
6. Tartre à blanchir.	....	....	....	0,05
7. Piquer les papiers	4,8	5	0,20	
Papier.	....	....	....	0,10
Usure d'outils..	....	....	....	0,20
	24,30	46,00		

(1) Cette grande dépense pour tourner la meule paraît tenir à ce que l'ouvrier employé à ce travail restait inoccupé la moitié de son temps, pendant que l'*empointeur* allait à une autre fabrique.

238. Cette analyse de la fabrication des épingles nous montre qu'elle occupe plus de 7 heures $\frac{1}{2}$ du temps de 10 individus différens, travaillant successivement sur la même matière pour la convertir en une livre d'épingles, et que chaque ouvrier étant payé en raison de son adresse et du temps employé, le prix total de la fabrication monte à peu près à 1 fr. 26 c. Dans le premier des deux tableaux précédens, on voit que les salaires des ouvriers varient de 45 c. à 7 fr. environ par jour, et ces nombres donnent la mesure de l'adresse requise pour chaque opération particulière. Maintenant il est évident que si un seul ouvrier devait fabriquer la livre d'épingles, il devrait avoir assez d'adresse pour gagner 6 fr. 10 c. par jour dans l'opération du pointage et du coupage des têtes en spirale, et pour gagner 7 fr. quand il blanchirait les épingles; trois opérations qui occuperaient un peu plus de la septième partie de son temps. Il est aussi évident qu'il devrait employer plus de la moitié de son temps à mettre les têtes; opération dans laquelle il gagnerait à raison de 1 fr. 45 c. par jour, quoique son adresse bien employée eût pu dans le même temps lui produire cinq fois autant. En définitif, si l'on employait pour chaque opération l'homme qui blanchit les épingles et qui gagne 7 fr. par jour de 12 heures, et en supposant même qu'il pût confectionner une livre d'épingles aussi promptement qu'elle se fait actuel-

lement, on devrait lui payer pour son temps 4 fr. 48 c. *La façon des épingles ainsi faites coûterait trois fois trois quarts autant qu'elle coûte actuellement à l'aide de la division du travail.* En général, tout détail de la fabrication qui demande à être exécuté promptement et avec adresse devra être séparé des autres opérations, et devenir l'unique objet de l'attention spéciale d'un seul individu. Si nous avions pris pour exemple la fabrication des aiguilles, on eût trouvé une économie bien plus sensible encore dans la division du travail; car l'opération de la trempe des aiguilles demande beaucoup d'habileté, d'attention, d'expérience, et quoiqu'on trempe à la fois trois ou quatre mille aiguilles, l'ouvrier est payé à un prix très élevé. Dans une autre opération du même genre de fabrication, l'aiguisage à sec, qui se fait très vite, l'ouvrier gagne par jour 7, 12, 15 shillings, et même quelquefois 20 shillings (8 fr. 12 c., 13 fr. 90 c., 17 fr. 40 c., 23 fr. 40 c.), tandis que d'autres opérations sont exécutées par des enfans qui sont payés à raison de 6 d. (60 c. environ) par jour.

239. L'analyse précédente nous engagera à présenter quelques réflexions importantes; mais avant de les soumettre au lecteur, nous croyons convenable de placer sous ses yeux une courte description d'une machine pour faire des épingles, inventée par un Américain. Comme invention, elle

est très ingénieuse, et comme économie, elle nous offrira un contraste frappant avec la fabrication des épingles à la main. Dans cette machine, un cercle de fil de cuivre est placé sur un axe; un bout de ce fil, par l'action d'une paire de laminoirs, est tiré à travers une petite filière percée dans une plaque d'acier, et y est saisi par une pince. Cela posé, supposons la machine mise en action.

1. La pince tire le fil à une distance de la filière égale à la longueur d'une épingle; un couteau d'acier descend juste contre la filière, et coupe un bout de la longueur d'une épingle.

2. La pince qui tient ce bout continue de marcher jusqu'à ce qu'elle rencontre l'arbre d'un petit tour dont le *mandrin* s'ouvre et reçoit le bout de fil. Tandis que la pince revient prendre un autre bout de fil, le tour se meut avec rapidité et aiguise l'extrémité saillante du fil sur une meule d'acier qui s'est approchée à cet effet.

3. Après ce premier pointage grossier, le tour s'arrête, une autre pince saisit l'épingle à moitié empointée, l'enlève du *mandrin* qui s'ouvre pour la relâcher, et la porte à un *mandrin* semblable sur un autre tour qui reçoit l'épingle, et finit son pointage.

4. Cette meule s'arrête; une troisième pince conduit l'épingle entre deux jumelles en fort acier, qui portent une petite rainure pour tenir l'épingle

solidement; une partie de cette rainure qui se termine à l'extrémité où doit se faire la tête, est un peu conique. Alors un petit marteau d'acier est poussé avec force contre le bout du fil ainsi saisi, et la tête se forme en partie en comprimant le fil dans le petit trou conique.

5. Une quatrième pince reprend l'épingle et la porte à une autre paire de jumelles où la tête est achevée par un coup d'un second petit marteau dont la face frappante est légèrement concave. Chaque paire de pinces revient dès qu'elle a déchargé sa petite charge, et à chaque instant il y a toujours cinq bouts de fils qui passent par une des cinq opérations précédentes pour arriver à l'état d'épingle parfaite. Les épingles ainsi façonnées à la machine sont recueillies dans un vase, blanchies et arrangées sur du papier à la manière ordinaire. Cette machine fait environ 60 épingles à la minute : et chaque opération employant exactement le même temps, il faut une seconde pour faire une épingle.

240. Pour comparer le prix du travail d'une semblable machine avec le prix du travail à la main, il faut examiner successivement quels sont les défauts des épingles ainsi faites, quels avantages elles peuvent présenter sur les épingles faites à la manière ordinaire, quel est le prix d'achat de la machine, quelle est sa dépense d'entretien, enfin, combien elle coûte à mettre en mouvement et à diriger.

1°. Les épingles faites à la machine sont plus sujettes à n'être pas droites, parce qu'au moment où la tête est formée du fil même, il faut que ce fil soit amolli par la chaleur pour que l'opération réussisse.

2°. Les épingles à la machine sont meilleures que les épingles ordinaires, parce qu'elles ne risquent pas de perdre leur tête.

3°. Le prix d'achat de la machine serait considérablement réduit s'il en fallait des quantités.

4°. Quant au prix d'entretien de cette même machine, et à son usure, l'expérience seule peut décider la question ; mais on peut remarquer que les jumelles d'acier s'useront promptement si le fil n'est pas amolli au feu, et que, s'il l'est, l'épingle pliera trop facilement. On pourrait remédier à cet inconvénient en faisant en sorte que la machine tournât les têtes et les fixât à la manière ordinaire, ou bien l'on pourrait chauffer seulement le bout du fil qui doit être la tête de l'épingle : mais de là résulterait nécessairement un retard dans la suite des opérations.

5°. En comparant le temps du travail à la machine à celui du travail à la main, nous trouvons qu'excepté dans l'opération du placement des têtes, la main de l'homme est plus prompte. La machine aiguise 3600 pointes d'épingles par heure, et un homme peut en faire 15600 dans le même temps; mais dans le placement des têtes la

machine va deux fois et demie plus vite que la main de l'homme. On doit enfin observer que l'aiguisage des pointes à la machine ne demande pas une portion de force égale à celle d'un homme ; car elle exécute à la fois toutes les opérations que nous avons décrites, et un seul ouvrier suffit pour la manœuvrer.

CHAPITRE XX.

De la division du travail d'esprit.

241. J'ai avancé plus haut une assertion qui a pu sembler un paradoxe à quelques-uns de mes lecteurs : c'est que le principe de la division du travail peut s'appliquer avec un égal succès aux opérations de l'esprit comme aux travaux du corps, et que là aussi de son application résulte une égale économie dans l'emploi du temps. Pour démontrer la vérité de cette assertion, je présenterai ici un exposé rapide de l'application de ce grand principe à des séries de calculs immenses, les plus étendus qu'on ait jamais effectués. Cet exposé, intéressant en lui-même, nous offrira de plus une occasion de montrer que les dispositions de l'administration intérieure des manufactures reposent sur des principes plus profonds qu'on ne l'a pensé jusqu'ici, sur des principes assez solides même pour servir de fondations au chemin des plus sublimes découvertes auxquelles puisse parvenir le génie de l'homme.

242. Dans ce mouvement général des esprits qui accompagna la révolution française et les guerres dont elle fut la cause, ce besoin de gloire qui tour-

mentait le peuple français, et que ne pouvait satisfaire entièrement sa fatale passion pour la renommée militaire, le porta aussi vers des conquêtes plus belles et plus durables, vers des conquêtes qui marquent l'ère de la grandeur d'un peuple, et qui sont saluées par les applaudissemens de la postérité, long-temps après que ce peuple a perdu le fruit de ses victoires, ou même alors que son existence n'est plus qu'un fait consigné dans les annales de l'histoire. Parmi toutes les entreprises scientifiques que le gouvernement français ordonna à cette époque, il reconnut l'utilité de publier une collection de tables mathématiques qui pussent faciliter l'extension du système décimal déjà adopté en France; et en conséquence il appela l'attention des géomètres français vers la construction de semblables tables sur une échelle très étendue. Les savans les plus distingués répondirent à cet appel national en inventant de nouvelles méthodes pour cette tâche laborieuse, et dans un espace de temps très court parut un ouvrage qui remplissait complètement la vaste demande du gouvernement. M. de Prony, qui eut la direction supérieure de ce grand travail, s'exprime ainsi en parlant du commencement de l'opération : « Je m'y livrai avec » toute l'ardeur dont j'étais capable, et je m'occu- » pai d'abord du plan général de l'exécution. Toutes » les conditions que j'avais à remplir nécessitaient » l'emploi d'un grand nombre de calculateurs,

» et il me vint bientôt à la pensée d'appliquer à la » confection de ces tables la division du travail » dont les arts du commerce tirent un parti si » avantageux pour réunir à la perfection de la » main-d'œuvre l'économie de la dépense et du » temps. » La circonstance qui donna lieu à cette singulière application de la division du travail est si intéressante, que l'on me pardonnera sans peine de donner ici un extrait d'une petite brochure où elle est rapportée, et qui fut imprimée à Paris il y a quelques années, à l'époque où le gouvernement Britannique proposa au gouvernement Français d'imprimer ces tables aux frais communs de la France et de l'Angleterre. Voici l'extrait de cette brochure.

243. « C'est à un chapitre d'un ouvrage anglais justement célèbre (1) qu'est probablement due l'existence de l'ouvrage dont le gouvernement Britannique veut faire jouir le monde savant.

» Voici l'anecdote: M. de Prony s'était engagé avec les comités du gouvernement, à composer pour la division centésimale du cercle des tables logarithmiques et trigonométriques qui non-seulement ne laissassent rien à désirer quant à l'exactitude, mais qui formassent le monument de calcul le

---

(1) *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, par Adam Smith.

plus vaste et le plus imposant qui eût jamais été exécuté ou conçu. Les logarithmes des nombres de 1 à 200,000 formaient à ce travail un supplément nécessaire et exigé. Il fut aisé à M. de Prony de s'assurer que, même en s'associant trois ou quatre habiles coopérateurs, la plus grande durée présumable de sa vie ne lui suffirait pas pour remplir ses engagemens ; il était occupé de cette fâcheuse pensée, lorsque, se trouvant devant la boutique d'un marchand de livres, il aperçut la belle édition anglaise de Smith, donnée à Londres en 1776; il ouvrit le livre au hasard, et tomba sur le premier chapitre, qui traite de la division du travail, et où la fabrication des épingles est citée pour exemple. A peine avait-il parcouru les premières pages, que, par une espèce d'inspiration, il conçut l'espérance de mettre les logarithmes en manufacture comme les épingles. Il faisait en ce moment à l'École Polytechnique des leçons sur une partie d'analyse liée à ce genre de travail, la méthode des différences et ses applications à l'interpolation. Il alla passer quelques jours à la campagne, et revint à Paris avec le plan de fabrication qui a été suivi dans l'exécution. Il rassembla deux ateliers qui faisaient séparément les mêmes calculs, et se servaient de vérification réciproque (1). »

(1) *Note sur la publication proposée par le gouverne-*

244. Les anciennes méthodes pour calculer les tables étaient tout-à-fait inapplicables à un semblable travail; en conséquence, M. de Prony résolut de s'entourer de toutes les lumières scientifiques de son pays, et associa à sa vaste entreprise cinq ou six des premiers géomètres de la France, dont il composa son premier atelier, ou sa première section.

Le travail de cette section consistait à chercher parmi les diverses expressions analytiques d'une même fonction celle qui pouvait s'adapter le plus facilement à des calculs numériques simples, exécutés par plusieurs personnes à la fois. Elle s'occupait peu ou ne s'occupait pas du tout des calculs numériques. Quand son travail était terminé, les formules adoptées étaient remises à la deuxième section.

Celle-ci se composait de sept ou huit personnes très habituées aux mathématiques. Leurs fonctions consistaient à convertir en nombres les formules de la première section, opération qui demandait un soin tout particulier; à délivrer ces formules ainsi exprimées en nombres aux membres de la troisième section, et à recevoir de ceux-ci les calculs achevés.

---

ment anglais, des grandes Tables logarithmiques et trigonométriques de M. de Prony. De l'imprimerie de F. Didot. Décembre 1830, page 7.

Enfin, ils vérifiaient ces calculs au moyen de méthodes particulières, sans être obligés de répéter ou même d'examiner l'ouvrage entier de la troisième section.

Cette dernière comprenait de soixante à quatre-vingts individus qui recevaient, comme on l'a dit, certains nombres de la deuxième section, et qui, par de simples additions ou soustractions, confectionnaient les tables demandées, et les remettaient aux membres de cette même deuxième section. Une chose remarquable, c'est que les neuf dixièmes de ces calculateurs ne savaient, en Arithmétique, que les deux premières règles, auxquelles ils étaient limités, et que ceux-là furent trouvés ordinairement plus exacts dans leurs calculs que ceux qui avaient des connaissances plus étendues sur le sujet général de l'opération.

245. Quand on saura que les tables ainsi calculées embrassent dix-sept grands volumes in-folio, on pourra se faire une idée de ce travail immense. La première classe de coopérateurs était entièrement exempte de cette partie de calcul mécanique exécuté par la troisième classe, laquelle n'était qu'un véritable atelier où il fallait le moins d'instruction scientifique, mais le plus d'assiduité au travail. Et c'est toujours par une répartition semblable qu'un ouvrage quelconque peut s'exécuter au plus bas prix possible. Les fonctions de la deuxième classe, quoique exigeant surtout une

extrême habileté dans les calculs arithmétiques, étaient cependant relevées aux yeux de ses membres par l'intérêt qui se rattachait à ces opérations, plus difficiles que celles de la troisième classe. Sans doute, dans toute autre circonstance analogue qui pourrait se représenter, la première classe n'aurait pas besoin de développer autant d'habileté, et de s'astreindre à un travail aussi pénible qu'il le fallait, au premier moment, pour créer les méthodes fondamentales; mais, aujourd'hui que l'achèvement d'une machine à calculer pourra remplacer toute la troisième classe, l'attention des analystes devra encore se diriger vers les moyens de simplifier les applications par une nouvelle discussion des méthodes propres à convertir en nombres les formules algébriques.

246. Dans l'établissement de ce système de calcul, M. de Prony a opéré exactement comme une personne habile qui veut construire une filature de coton, une fabrique d'étoffe de soie ou toute autre fabrique semblable. D'abord par son propre génie, ou avec l'aide de ses amis, il imagine des mécaniques perfectionnées qui peuvent s'appliquer avantageusement au genre de fabrication dont il s'occupe; il fait des dessins de ses machines, et peut être considéré comme constituant à lui seul la première section. Il s'aide ensuite de quelques mécaniciens pratiques qui peuvent exécuter ses machines, et dont quelques-uns

même comprennent leur but et leurs inconvéniens; ces mécaniciens composent la deuxième section. Quand un nombre suffisant de machines a été confectionné, elles peuvent être confiées à une grande quantité d'individus bien moins habiles, qui s'en servent et forment la troisième section ; mais le travail de ces individus et la marche des machines doivent toujours être surveillés par les individus de la deuxième classe.

247. J'ai dit plus haut qu'il était possible d'effectuer toute espèce de calcul numérique avec une machine. Cette assertion a pu sembler un peu paradoxale à ceux de mes lecteurs qui n'ont pas des connaissances mathématiques assez étendues, et comme d'ailleurs une invention de cette nature est sensiblement dans la sphère de notre sujet, je vais tâcher de donner en quelques lignes une idée sommaire de la manière dont ce résultat peut être obtenu, et de lever ainsi en partie le voile qui couvre cette sorte de mystère.

248. Presque toutes les tables de nombres qui suivent une loi quelconque, quelle que soit sa complication, peuvent être formées sur une échelle plus ou moins étendue, par la simple combinaison d'additions et de soustractions entre les nombres qui remplissent chaque table. Ce principe général ne peut se démontrer qu'aux personnes qui savent les mathématiques; mais ceux de mes lecteurs qui ne sont pas familiers avec cette

science comprendront que l'existence d'un semblable principe n'est point impossible, s'ils veulent jeter les yeux sur le tableau suivant. C'est le commencement d'un tableau bien connu, qui a été imprimé et réimprimé maintes fois dans plusieurs pays, et qui s'appelle le tableau des nombres carrés.

Nombres.	A Carrés.	B première différence.	C seconde différence.
1	1	3	
2	4	5	2
3	9	7	2
4	16	9	2
5	25	11	2
6	36	13	2
7	49		

Tout nombre de la colonne A peut s'obtenir en multipliant par lui-même le nombre qui exprime sa distance du commencement de la colonne. Ainsi 25 est le cinquième terme depuis le commencement de la colonne, et 5 multiplié par 5 donne 25. Retranchons ensuite chaque terme de cette colonne du terme suivant, et mettons le résultat dans la colonne B, qui s'appelle la colonne des premières différences. Si nous retranchons ensuite chaque terme des premières différences du terme suivant, nous trouvons pour résultat unique le nombre 2 (colonne C), et ce nombre re-

paraîtra constamment dans cette colonne, que l'on appelle la colonne des secondes différences, comme pourra le voir toute personne qui voudra prendre la peine de pousser la table quelques termes plus loin. Ceci une fois admis comme démontré, il est évident que, pourvu que les premiers termes des trois colonnes A, B, C, soient donnés, nous pouvons pousser cette table aussi loin que nous voudrons, uniquement par des additions successives; car on peut former la série des premières différences en ajoutant successivement la différence constante (2) au nombre 3, le premier de cette colonne, et l'on obtient ainsi la suite des nombres impairs, 3, 5, 7, etc.; et en ajoutant successivement chacun d'eux au nombre 1, le premier de la colonne A, nous formerons tous les carrés.

249. Maintenant que j'ai jeté quelque jour, autant que je puis l'espérer, sur la partie théorique de la question, je vais passer à la partie pratique, et essayer de montrer que l'exécution d'une machine capable de produire la série de nombres du tableau précédent n'est pas aussi éloignée de nos moyens de construction ordinaires qu'elle le semble au premier coup d'œil (1). Concevons trois hor-

(1) Depuis la publication de la deuxième édition de cet ouvrage, j'ai pu faire assembler une portion des pièces de la machine dont la construction m'occupe depuis plusieurs années. J'ai établi ainsi une machine qui peut calculer une

loges placées l'une à côté de l'autre sur une table, chacune ayant une seule aiguille, et portant mille divisions sur son cadran, au lieu des douze heures. Concevons de plus chaque horloge garnie d'un ressort qu'il suffise de presser pour qu'une sonnerie compte le nombre de divisions marquées par l'aiguille. Supposons encore que deux des horloges, que nous désignerons par B et C pour les distinguer, soient unies par une espèce de mécanisme tel, que l'horloge C, à chaque coup de sa sonnerie, fasse marcher l'aiguille de B d'une divi-

---

table en trois colonnes, avec les premières et secondes différences. Les nombres de chaque colonne peuvent aller jusqu'à cinq chiffres; la réunion des quinze chiffres contenus ainsi dans les trois colonnes constitue à peu près la neuvième partie de la grande machine que j'ai projetée primitivement. La facilité et la précision du travail de la petite machine ne laissent aucun doute sur la réussite du même principe sur une échelle plus étendue. Non-seulement elle peut faire des tables de carrés, de cubes, et former une partie des tables logarithmiques; elle possède aussi la faculté de calculer certaines séries dont les différences ne sont pas constantes, et elle a déjà réduit en tables des parties de séries déduites des équations suivantes :

$\Delta^3 u_x =$ les unités comprises dans Δu_x,

$\Delta^3 u_x =$ le nombre entier le plus voisin de $\left(\frac{1}{10,000} \Delta u_x\right)$.

Voici une des séries calculées par cette machine :

sion. Enfin supposons que, par un semblable mécanisme, l'horloge B, à chaque coup de sa sonnerie, fasse marcher d'une division également l'aiguille de A. Dans cet état de choses, supposons que l'on mette l'aiguille de A à la division I, l'aiguille de B à la division III, l'aiguille de C à la division II, et que l'on fasse partir le ressort de répétition de chaque horloge dans l'ordre suivant : d'abord le ressort de A, puis celui de B, enfin celui de C.

Le tableau suivant représentera la marche successive des aiguilles, et le résultat de leurs indications.

0	3,486	42,972
0	4,991	50,532
1	6,907	58,813
14	9,295	67,826
70	12,236	77,602
230	15,741	88,202
495	19,861	99,627
916	24,597	111,928
1504	30,010	125,116
2340	36,131	139,272.

Le terme général de cette série est

$$u_x = \frac{x.x-1.x-2}{1.2.3} + \text{les nombres entiers compris dans } \frac{x}{10}$$

$$+ 10\Sigma^3 \left(\text{les unités comprises dans } \frac{x.\overline{x+1}}{2}\right).$$

Séries de répétitions.	Ressorts poussés.	Horloge A. L'aiguille est sur I.	Horloge B. L'aiguille est sur III.	Horloge C. L'aiguille est sur II.
			Première différ.	Deuxième différ.
1	A	A sonne 1.		
	B	B fait parcourir 3 divisions à l'aiguille de A.	B sonne 3.	
	C	....	C fait parcourir 2 divisions à l'aiguille de B.	C sonne 2.
2	A	A sonne 4.		
	B	L'aiguille de A parcourt 5 divisions.	B sonne 5.	
	C	....	L'aiguille de B parcourt 2 divisions.	C sonne 2.
3	A	A sonne 9.		
	B	L'aiguille de A marche de 7 divisions.	B sonne 7.	
	C	....	L'aiguille de B marche de 2 divisions.	C sonne 2.
4	A	A sonne 16.		
	B	L'aiguille de A marche de 9 divisions.	B sonne 9.	
	C	....	L'aiguille de B marche de 2 divisions.	C sonne 2.
5	A	A sonne 25.		
	B	L'aiguille de A marche de 11 divisions.	B sonne 11.	
	C	....	L'aiguille de B marche de 2 divisions.	C sonne 2.
6	A	A sonne 36.		
	B	L'aiguille de A parcourt 13 divisions.	B sonne 13.	
	C	....	L'aiguille de B parcourt 2 divisions.	C sonne 2.

Si maintenant l'on observe et l'on note les nombres indiqués par l'aiguille ou par la sonnerie de l'horloge A, on trouvera qu'ils représentent la suite des carrés des nombres naturels. Une série semblable, comme l'on voit, est limitée par la disposition des trois nombres 1, 3 et 2; mais elle suffit pour donner une idée de la construction de la machine à calculer. On doit même dire que le calcul de cette même série formait l'objet du premier modèle, qu'on s'occupe aujourd'hui à perfectionner.

250. Maintenant il doit être évident à nos lecteurs que le principal effet de la division du travail, dans les opérations du corps et de l'esprit est de nous permettre d'obtenir facilement et d'appliquer à chaque détail spécial la quantité précise d'habileté et d'instruction que ce travail demande. D'un côté, nous évitons de détourner une partie du temps de l'homme qui trempe des aiguilles, et peut gagner ainsi 10 fr. à 11 fr. 50 c. par jour, pour l'employer à tourner une roue, travail qui se paie à raison de 6 pence (58 c. par jour); et de l'autre, nous évitons également la perte qui a lieu en employant l'esprit d'un savant mathématicien aux opérations les plus simples de l'arithmétique.

251. Le principe de la division du travail ne peut s'employer avec succès qu'autant que le produit fabriqué est l'objet de demandes multipliées, et son application aux arts industriels demande

toujours une mise première de fonds considérable. C'est peut-être dans l'horlogerie qu'il a été mis en pratique sur l'échelle la plus étendue. Dans une enquête faite devant la chambre des communes, il a été constaté qu'il existe cent deux branches distinctes de cet art, dans chacune desquelles un enfant, mis en apprentissage, y apprend uniquement le détail que fait son maître, et se trouve, à la fin de cet apprentissage, complètement incapable de travailler dans aucune autre branche de l'horlogerie, à moins qu'il n'en fasse une nouvelle étude spéciale. Le monteur de montres, qui arrange ensemble toutes les pièces d'une montre fabriquées séparément, est le seul, sur les cent deux ouvriers employés à cette fabrication, qui puisse travailler dans une branche quelconque de l'horlogerie différente de la sienne.

252. Dans un art qui présente de grandes difficultés, dans l'exploitation des mines, de grands perfectionnemens ont résulté d'une sage distribution des fonctions des divers employés. Par suite des modifications qui se sont graduellement introduites, le système entier de la mine et de son administration est placé sous le contrôle des employés suivans.

1°. A la tête est un directeur, qui a la connaissance générale de tout ce qu'il faut faire, et qui peut être aidé par une ou plusieurs personnes habiles.

2°. Des gouverneurs des travaux de la mine don-

nent les directions convenables, et commandent aux ouvriers mineurs.

3°. Un employé, teneur de livres et caissier, dirige la comptabilité.

4°. Un ingénieur mécanicien est chargé de la construction des machines et de la surveillance des machinistes.

5°. Un surveillant en chef des puits est chargé des pompes et de tout l'appareil des puits d'extraction.

6°. Un gouverneur de surface reçoit, avec ses aides, les minerais extraits, et dirige leur triage, opération nécessaire pour les rendre vendables.

7°. Le maître charpentier dirige plusieurs genres de constructions.

8°. Le maître forgeur commande les travaux de forge et tout ce qui concerne les outils.

9°. Le garde-magasin choisit, achète, reçoit et livre tous les objets dont on a besoin.

10°. Le cordier est chargé des câbles et des cordages de toute espèce.

CHAPITRE XXI.

Du prix de chaque détail séparé de la fabrication.

253. Par suite de la concurrence qu'a excitée l'introduction des machines; par suite de l'application générale du principe de la subdivision du travail, chaque producteur se voit dans la nécessité absolue d'être à la recherche de toute espèce de procédé nouveau susceptible de réduire les frais de fabrication; et, sous ce rapport, il est pour lui d'une extrême importance de connaître la dépense précise de chaque opération, ainsi que les frais de réparation et d'entretien des machines qui sont destinées à son accomplissement. Cette étude a aussi son intérêt pour les individus qui reçoivent du fabricant le produit manufacturé; car elle les met en état de faire des réponses raisonnables aux objections, et leur offre plus de facilité pour guider le fabricant dans les changemens nécessaires à sa fabrication, suivant le goût et la fortune de la majeure partie des acheteurs. C'est surtout pour l'homme d'État qu'une semblable étude est importante : autrement il doit s'en rapporter entièrement à des étrangers; il ne peut juger avec sûreté ni de l'effet

qu'un impôt produira, ni du tort qui peut en résulter pour les manufacturiers, ou même pour la nation tout entière.

254. Une analyse correcte des différens détails d'une fabrique quelconque a surtout l'avantage d'indiquer les points principaux à perfectionner. Qu'on invente un procédé qui diminue d'un quart le temps employé pour fixer les têtes d'épingles, la dépense totale de la fabrication des épingles sera réduite de 13 pour 100; tandis que si l'on obtient une réduction de moitié sur le temps employé à enrouler en paquets le fil de cuivre qui forme ces mêmes têtes, cette réduction ne produira pas d'effet sensible sur le prix total de la fabrication. Il est donc évident qu'il sera plus utile de chercher à abréger la première de ces deux opérations que la seconde.

255. Dans un pays qui n'a que des machines grossières, et où la main-d'œuvre est à bas prix, le prix de la fabrication est ordinairement très élevé. En voici un exemple curieux, tiré de la fabrication des toiles de coton à Java. Dans cette île le coton se vend en graine à une certaine mesure qui pèse environ 60 kilog., et dans un état tel qu'il n'y a guère eu véritable coton que le $\frac{1}{4}$ ou le $\frac{1}{5}$ de ce poids. Pour le séparer de la graine, les naturels se servent de rouleaux grossiers en bois, et il faut une journée entière d'ouvrier pour séparer environ un demi-kil. de coton. Après cette préparation, le coton vaut

quatre à cinq fois son premier prix, et en prenant toujours pour base la même mesure de 60 kilogr., le prix du coton, dans ses divers degrés de fabrication, varie comme il suit :

Coton en graines....................	2 à 3 dollars.
Coton nettoyé.........................	10 à 11
Coton filé..............................	24
Coton filé teint en bleu...............	35
Bonne toile de coton ordinaire.........	50.

Ainsi, à Java, le filage du coton coûte 117 pour 100 du prix de la matière première ; la teinture en bleu coûte 45 pour 100 du prix du coton filé ; et enfin le tissage en toile coûte 117 pour 100 du prix de ce même coton. En Angleterre, pour filer du beau fil de coton, il n'en coûte que 33 pour 100 de la valeur du coton brut importé (1).

256. Comme exemple des prix des diverses opérations manufacturières, je vais présenter ici un détail raisonné du prix qu'a coûté la confection du livre que tient le lecteur ; et cet examen ne laissera pas de lui offrir quelque intérêt, en l'initiant à la nature et à l'étude des taxes qui pèsent sur les productions littéraires. D'abord on a trouvé convenable, par économie, de l'imprimer sur du papier d'une grandeur peu commune, et dont chaque feuille contient trente-deux pages de cet ouvrage, qui a aujourd'hui le format in-octavo. La dépense de l'impression se répartit comme il suit :

(1) Ces faits sont tirés de l'*Archipel Indien* de Crawfurd.

Au compositeur, pour une feuille de 32 pages................ 76f 40c. } pour 10 feuill. et demie.	802f20c
Au compositeur, pour les parties en petits caractères, comme les extraits, en plus par feuille......... 4f 75c. }	50.25
Au compositeur, pour composer les tableaux, en plus......... 6f 85c. }	71.95
Prix approximatif pour les corrections, par feuille............... 78f55c. }	824.82
Tirage de 3000 exemplaires, par feuille................... 87f 50c. }	918.75
Papier pour 3000 exempl., à 39f35c par rame de 28l (13k,5). Le droit sur le papier est de 3d par livre, et monte à (8f 75c) par rame; de sorte que les 63 rames nécessaires pour l'impression coûtent :	
Pour le papier (sans les droits). 1927f80c Pour les droits............... 551.25 }	2479.05
Dépense totale de papier et d'impression.........	5147.00
Planche d'acier pour le frontispice. 9f10c	
Gravure de lettres sur acier................. 26.20	
Gravure de la tête de Bacon................ 52.50	
Dépense totale du frontispice..... 87.80......	87.80
Tirage du frontispice, à 7f ½ par 100....................	225.00
Papier pour *idem*....................................	65.50
Annonces dans les journaux...........................	1000.00
Frais divers..	125.00
Dépense totale, en feuilles.......	6650.30.

Prix d'un exemplaire en feuilles, en observant qu'on en a tiré 3052, les 52 excédans composant le *surplus*.......................	2f18c
Cartonnage.............................	0.60
Prix de chaque exemplaire cartonné....	2.78.

257. Le détail précédent demande quelques ex-

plications. Le compositeur prend ordinairement à prix fait la composition par feuille, en supposant tous les caractères de la même nature. Comme le prix est réglé d'après la dimension du caractère, et que cette dimension fixe nécessairement le nombre de lettres comprises dans une page, il n'y a jamais de difficultés, une fois le prix convenu. Si l'ouvrage renferme des extraits ou des citations qui doivent être imprimés en petits caractères; s'il contient des notes, des passages en grec ou en d'autres langues qui demandent un caractère différent, on a égard à ces circonstances dans le marché, et il est alloué par feuille une augmentation à ce sujet; mais s'il y a beaucoup de parties en petits caractères, on aime mieux fixer le taux de l'augmentation à tant par feuille. S'il se rencontre dans le texte des parties avec des chiffres, des lignes irrégulières, toutes ces parties sont désignées par le nom de tableaux, et deviennent l'objet d'un prix plus élevé par feuille: ce livre-ci présente plusieurs exemples de ce dernier cas. Si la page est toute composée de chiffres, qui demandent beaucoup d'attention, comme dans les tables logarithmiques, le prix de la composition est doublé. Il y a quelques années, j'ai fait imprimer une table de logarithmes dans un format de grande dimension; ce travail exigeait beaucoup de soin et de peine de la part des correcteurs qui relisent les épreuves, pour que les corrections fussent parfaitement exé-

cntées; on avait fondu de nouveaux caractères, quoiqu'il n'y eût pas besoin de nouveaux poinçons, et l'on avait même formé des planches stéréotypes qui coûtaient environ 50 fr. par feuille. Dans ce cas, le compositeur était payé 275 fr. par feuille, quoique une composition ordinaire, avec des caractères semblables, sur le format in-douze, n'eût coûté que 44 à 45 fr.; mais le prix ayant été réglé avant de commencer, il n'y eut aucune difficulté à cet égard.

258. Le prix des corrections et des changemens est un objet très difficile à apprécier; il donne lieu souvent à des discussions fort graves, et aussi désagréables à l'éditeur, intermédiaire entre l'auteur et l'imprimeur, ou à l'imprimeur et au compositeur, qu'à l'auteur lui-même. Si l'auteur visait à l'économie, il devrait faire toutes ses corrections sur son manuscrit, et en faire une belle copie; alors l'ouvrier imprimerait correctement, et l'auteur aurait peu à payer pour les corrections. Mais il est bien difficile de juger exactement de l'effet d'un passage avant l'impression; et il est rare que l'auteur ne trouve pas utile d'ajouter au texte quelques détails ou quelques explications quand il voit ses idées imprimées. Si donc il veut s'exempter de la peine de copier, et qu'il désire cependant donner le dernier poli à son style, il ne peut obtenir ce résultat qu'avec une augmentation de dépense. Lorsque l'imprimeur a un assortiment suffisant de caractères, il pourra convenir à l'auteur

de faire tirer les premières épreuves sur des feuilles de très grande dimension, et d'y faire toutes les corrections, de manière à n'avoir ensuite que peu de points à retoucher. C'est ce qu'on appelle *mettre en placard*, et c'est ainsi qu'a été imprimé d'abord ce livre-ci; mais les corrections étaient plus étendues qu'à l'ordinaire, et il a fallu revoir très souvent les épreuves avant le tirage définitif.

259. Le tirage se fait à tant par deux cent cinquante feuilles. Tout nombre de feuilles au-dessous se paie le même prix que deux cent cinquante; mais ce prix est réduit quand on doit tirer un nombre considérable d'exemplaires. Ainsi deux cent cinquante exemplaires de cet ouvrage, tirés seuls, auraient coûté par feuille 11 shillings (13 fr. 30 c.); tandis que leur tirage revient à 5 sh. 10 d. (6 fr. 75 c.) la feuille. Cet arrangement part d'un bon principe, celui d'éviter toute discussion; mais on doit regretter que les ouvriers tiennent avec autant d'opiniâtreté à cette singulière coutume de faire payer autant pour un petit nombre d'exemplaires que pour deux cent cinquante, et qu'ils refusent obstinément de consentir à la moindre réduction lorsqu'il s'agit de vingt ou trente exemplaires, ou quand on veut faire tirer seulement trois ou quatre épreuves pour quelque essai. Peut-être les deux parties auraient-elles un avantage égal si tout ce qui passe cinquante exemplaires était payé comme deux cent cinquante, et ce qui est

au-dessous était payé seulement comme la moitié de deux cent cinquante.

260. L'impôt sur le papier a pour effet direct d'engager le fabricant à rendre son papier plus mince, parce qu'alors il pèse moins; d'un autre côté, l'intérêt de l'auteur le porte à choisir du papier plus épais, afin que son livre paraisse aussi gros que possible, et qu'il puisse décemment en augmenter le prix. Sous ce rapport, l'impôt sur le papier n'est donc d'aucune importance. Mais ce même impôt a un autre effet dont se ressentent à la fois et le public et l'auteur : ils paient non-seulement l'impôt qui pèse sur le livre, mais le profit que doit retirer le fabricant de papier, comme intérêt du capital qu'il emploie à payer l'impôt, et de plus le profit retiré par l'éditeur et le libraire sur le prix définitif de l'ouvrage.

261. Le prix porté pour les annonces de cet ouvrage est le prix ordinaire pour un volume de cette dimension, et si l'on observe que les annonces dans les journaux sont très utiles à l'auteur, et que les plus petites annonces coûtent 3 sh. 6 d. (4 fr. environ), on ne pourra considérer réellement que la moitié de ce prix comme un droit prélevé sur le livre.

262. En résumé, la somme totale de 6,650 fr. qui forme la dépense de l'impression de ce livre, se compose de 5,600 fr. de dépenses réelles, plus de 1,050 fr. qui ne sont qu'un véritable impôt. Le

bénéfice d'un semblable genre de fabrication justifie-t-il le prélèvement de cet impôt? C'est ce que l'on ne pourra savoir que lorsqu'on aura compté le revenu définitif que l'ouvrage procure à l'auteur, et ce sujet sera traité dans un des chapitres suivans. Pour le moment, il suffira de faire remarquer que l'impôt sur les annonces est un impôt impolitique, parce qu'il est en opposition avec l'impôt sur le papier et sur les autres matières employées à l'impression. L'objet des annonces, en général, est de faire connaître une marchandise en vente, pour en obtenir un meilleur prix si la vente se fait à l'enchère, ou pour en obtenir un débit plus considérable si elle est vendue en détail : plus une marchandise est connue, plus promptement on sait si elle peut être utile ou agréable au public, et plus promptement aussi son débit se trouve assuré. Conséquemment un impôt spécial, établi sur les moyens d'annoncer au public une marchandise déjà frappée par un impôt sous une autre forme, doit nuire étrangement au développement qu'aurait pris autrement la vente de cette marchandise, car il empêche le public de connaître sa qualité et son prix.

CHAPITRE XXII.

Des causes qui déterminent la création des grands établissemens industriels, et des conséquences qui dérivent de cette création.

263. En examinant l'analyse détaillée de la fabrication des épingles que nous avons donnée dans le chapitre XIX, on a vu que la fabrication d'une épingle occupe successivement dix individus employés à diverses opérations, et que le temps exigé pour chacune de ces opérations était très différent de l'une à l'autre. Quoi qu'il en soit, pour rendre plus simple le raisonnement qui suit, nous supposerons que chacune de ces opérations exige des quantités égales de temps. Ceci admis, il est de suite évident que, pour diriger d'une manière profitable une fabrique d'épingles, il faut employer toujours un nombre d'ouvriers multiple de dix. Car un petit fabricant à qui ses capitaux trop limités ne permettraient d'employer que la moitié de dix ouvriers, ne pourrait toujours les occuper individuellement au même détail de fabrication; ou encore, si un grand manufacturier employait un nombre d'ouvriers qui ne fût pas un multiple exact de dix, ce même défaut de spécialité

d'occupation se reproduirait pour une partie de ces ouvriers. Cette observation se présente constamment à l'esprit quand on examine une fabrique bien organisée. Dans celle de M. Mordan, l'inventeur breveté des crayons sans fin, une salle est consacrée à l'application de ses procédés pour la fabrication des plumes d'acier. Six presses à volans y sont continuellement en action. Dans la première, l'ouvrier place une feuille mince d'acier sous l'emporte-pièce, qui à chaque coup découpe une pièce plate de métal de la forme voulue pour la plume. Deux autres ouvriers sont occupés à placer ces petits morceaux sous deux autres presses qui pratiquent la fente avec un taillant d'acier. Trois autres ouvriers travaillent aux autres presses, où les morceaux ainsi préparés reçoivent leur forme demi-cylindrique. Comme il faut quelque temps pour ajuster ces petites pièces, ces deux dernières opérations s'exécutent moins rapidement que la première; et un seul ouvrier, employé à découper les morceaux plats d'une feuille d'acier, fournit assez de matière pour occuper deux ouvriers qui fendent, et trois qui plient ces mêmes morceaux. Si donc il devenait nécessaire d'augmenter cette fabrication, il est clair qu'on ferait marcher douze ou dix-huit presses semblables avec plus d'économie que tout autre nombre de presses qui ne serait pas un multiple de six.

Le même raisonnement s'applique à toutes les fabriques dirigées d'après le principe de la division

du travail, et nous arrivons ainsi au principe suivant : *Quand, d'après la nature spéciale des produits de chaque espèce de manufactures, l'expérience a fait reconnaître à la fois et le nombre le plus avantageux d'opérations partielles dans lequel doit se diviser la fabrication, et le nombre des ouvriers qui doivent y être employés, tous les établissemens qui n'adopteront pas pour le nombre de leurs ouvriers un multiple exact de ce nombre fabriqueront avec moins d'économie.* Ce principe devrait être toujours le point de mire des grands établissemens industriels, quoiqu'on doive convenir qu'il est impossible de s'y conformer rigoureusement dans la pratique, même avec le meilleur système possible pour la division du travail. Le premier objet qui fixe l'attention dans cet examen de la répartition du travail, est la proportion du nombre d'ouvriers habiles, employés avec le nombre total des ouvriers. Sous ce point de vue, le rapport exact qui convient à une fabrique où sont employés cent ouvriers, peut ne pas convenir parfaitement à une autre qui en emploie cinq cents, et probablement toutes deux peuvent recevoir quelques changemens dans leur organisation intérieure, sans augmenter sensiblement le prix de la fabrication. Mais il est certain qu'un seul individu, et même que cinq individus, dans le cas particulier de la fabrication des épingles, ne peuvent rivaliser avec un grand établissement. C'est là une des causes de la dimension co-

lissemens industriels qui ont pris un
ppement avec le progrès de la civi-
d'autres circonstances encore con-
grand résultat : elles dérivent toutes
se fondamentale, *la division du tra-
vail.*

264. Les matières premières qui servent à la fabrication doivent successivement passer d'un atelier à celui qui le suit immédiatement dans l'ordre de fabrication, et ce transport doit s'exécuter avec la moindre dépense possible, même lorsque tous les ateliers sont réunis dans le même établissement. Quand les matières premières sont pesantes, ce poids devient une nouvelle raison bien forte pour appuyer ce que nous venons d'avancer; mais dans le cas même où ces matières sont légères, l'inconvénient grave de les changer souvent de place engage fréquemment le propriétaire de la fabrique à réunir dans un seul bâtiment toutes les diverses opérations. Cette remarque s'applique, par exemple, à l'art de tailler et polir les glaces; tandis qu'au contraire plusieurs opérations de la fabrication des aiguilles se font dans les logemens des ouvriers. Ce dernier mode, qui présente des avantages spéciaux pour les familles d'ouvriers, ne peut évidemment être adopté que dans un cas, celui où le maître a des moyens sûrs et prompts de vérifier la qualité du travail exécuté et de reconnaître si la matière première livrée à l'ouvrier a été employée en totalité.

265. Avec le nombre des demandes de l'objet manufacturé naît et grandit l'idée d'inventer des machines pour fabriquer cet objet. Avec l'introduction des machines, la production s'accroît, et peu à peu se forme l'idée de créer de grands établissemens. Ces principes sont parfaitement éclaircis par l'exemple suivant, que présente l'histoire de la fabrication du tulle.

Les premières machines à fabriquer le tulle coûtaient fort cher de premier achat, de 1000 à 1200 ou 1300 livres st. (de 25000 à 30000, et même 32500 fr.). Chaque fabricant, possesseur d'une de ces machines, trouvait bien qu'il fabriquait davantage, mais comme leur travail était limité à huit heures par jour, il ne pouvait, quant au prix, lutter avec l'ancienne méthode de fabrication. Ce désavantage provenait de la somme considérable consacrée au premier établissement de la machine. Mais bientôt les fabricans s'aperçurent qu'avec la même dépense de capital primitif, et une petite addition à leur fonds de roulement, ils pourraient faire travailler ces mêmes machines pendant vingt-quatre heures. Les bénéfices qu'ils réalisèrent ainsi engagèrent d'autres personnes à diriger leur attention sur les moyens de les perfectionner; de sorte que leur prix d'achat éprouva une réduction considérable en même temps que le tulle se faisait plus vite et en plus grande quantité. En faisant travailler les

machines pendant vingt-quatre heures, il devenait nécessaire d'avoir la nuit un surveillant spécial pour faire entrer les ouvriers au moment où les ateliers se relèvent, et le repos de ce surveillant, qui était le portier de la maison ou tout autre individu, était également troublé, qu'il fît entrer un ouvrier seul ou vingt à la fois. Parfois aussi il devenait nécessaire de réparer ou d'arranger la machine; travail qui était mieux exécuté par un ouvrier accoutumé à confectionner des machines de ce genre que par celui qui en dirigeait seulement le mouvement. Maintenant, comme la régularité du travail des machines et leur durée dépendent presque entièrement du soin qu'on met à corriger à l'instant la moindre secousse irrégulière, la moindre imperfection qui peut se manifester dans chacune de ses parties, il devient évident qu'en établissant un ouvrier sur le lieu même, la dépense des réparations et l'usure des machines se trouveront sensiblement réduites. Mais ce moyen serait trop dispendieux pour un seul métier à tulle; d'où résulte cette conséquence immédiate, que son emploi ne peut s'appliquer qu'à un établissement composé d'un nombre de métiers tel que tout le temps d'un ouvrier puisse se trouver occupé à les mettre en ordre et à faire les réparations accidentelles qu'ils pourront exiger. En suivant le même principe d'économie dans toute son extension, nous arriverons à la nécessité de doubler ou de tripler le nombre des machines pour employer tout le temps de

deux ou trois ouvriers habiles dans ce genre de travail.

266. Quand une grande partie du travail consiste dans le développement d'une certaine quantité de force physique de la part de l'ouvrier, comme il arrive dans les tissages, le fabricant comprend promptement que si les métiers étaient mis en mouvement par une machine à vapeur, le même ouvrier pourrait en surveiller deux à la fois et même plus; et puisque nous avons supposé qu'il avait un ou deux ouvriers mécaniciens, il doit régler le nombre de ses métiers de manière à ce que l'entretien en bon état de ces métiers et de la machine à vapeur puisse occuper tout le temps de ces ouvriers. L'introduction de la machine à vapeur aura de suite deux effets : l'un, que les métiers marcheront deux fois plus vite qu'avec la force de l'homme; l'autre, que chaque homme, dispensé de son travail physique, pourra, comme nous venons de le dire, surveiller deux métiers à la fois; d'où il résultera que chaque homme fera autant d'ouvrage que quatre en faisaient auparavant. Toutefois, dans les commencemens, l'avantage des machines n'était pas aussi considérable; car la rapidité du mouvement des diverses parties d'un métier dépend de deux choses, de la force du fil, d'une part, et de l'autre, du degré de vitesse convenable pour la première mise en mouvement, et ces deux conditions étaient difficiles à réunir. Mais bientôt vint une in-

vention qui permit de commencer le mouvement lentement, et de l'accélérer ensuite progressivement, de manière à obtenir en définitif une vitesse considérable, qu'on ne pourrait sans danger communiquer instantanément au métier. Avec cette invention, la vitesse des métiers a été portée jusqu'à cent ou cent vingt coups par minute.

267. En suivant toujours les mêmes principes, la fabrique se trouve si agrandie, que l'éclairage pendant la nuit devient une dépense considérable; et comme il se trouve déjà des personnes attachées à l'établissement, qui sont debout toute la nuit et qui peuvent surveiller un appareil d'éclairage au gaz; comme il s'y trouve, de plus, des mécaniciens qui peuvent fabriquer et tenir en état toute espèce de machine, la construction d'un appareil semblable devient une addition nécessaire à la fabrique, et contribue, en diminuant la dépense de l'éclairage et les risques d'incendie, à réduire le prix total de fabrication.

268. Long-temps avant que la fabrique ait pris ce vaste accroissement, il est devenu nécessaire d'établir un bureau de comptabilité, avec des employés pour payer les ouvriers, pour voir s'ils viennent à l'heure fixée; et ce bureau doit être en relation avec les agens qui achètent les matières premières, et avec ceux qui sont chargés de la vente des objets manufacturés.

269. Nous avons vu qu'un résultat de la division

du travail est de diminuer le prix de production, et qu'avec cette baisse vient l'augmentation des demandes; ainsi, graduellement, par l'effet de la concurrence, par l'espoir de réaliser de gros bénéfices, des capitaux considérables sont risqués dans la fondation de grands établissemens industriels. Examinons maintenant l'influence de cette masse de capitaux dirigée sur un seul point. Son premier effet est de donner le développement le plus grand possible à toutes les subdivisions de notre principe général, la division du travail. Non-seulement, avec cette masse de capitaux, on peut se procurer pour chaque détail de fabrication la quantité précise d'habileté qui est nécessaire à son exécution; mais le même système d'économie de l'habileté de l'ouvrier est établi dans tous les étages de l'édifice, depuis l'achat des matières premières jusqu'à la vente des produits achevés et leur livraison au consommateur. Un système aussi général augmente considérablement la quantité de travail produite par un nombre donné d'individus; et il a pour résultat direct d'opérer une grande réduction dans le prix de la marchandise offerte à l'acheteur.

270. Parmi les causes qui tendent à réduire le prix de production, et qui ne peuvent exister sans le concours d'un capital additionnel, on peut citer l'attention toute particulière qu'on met dans les grandes fabriques à ne rien laisser perdre des matières premières : cette attention engage souvent

à réunir dans un même établissement deux genres d'industrie qui naturellement auraient dû être tout-à-fait séparés.

Pour présenter un exemple frappant de ce genre d'économie, il me suffira de faire l'énumération des différens arts dans lesquels on se sert de la corne des bestiaux. Le tanneur qui achète les peaux en sépare les cornes, et les vend aux fabricans de peignes et de lanternes. La corne se compose de deux parties : d'une partie extérieure, qui est une espèce d'enveloppe en corne proprement dite, et d'une partie intérieure, formée d'une matière de forme conique, intermédiaire en quelque sorte entre les os et les cheveux durcis. La première opération consiste à séparer ces deux parties en frappant la corne contre un bloc de bois; puis, au moyen d'une scie, on débite l'enveloppe de corne en trois parties.

1°. La partie inférieure, qui est à la racine de la corne, subit diverses opérations qui ont pour but de l'aplatir, et elle est façonnée en forme de peignes.

2°. La partie du milieu, aplatie à l'aide de la chaleur, et rendue plus transparente par l'immersion dans l'huile, est coupée par couches minces, et sous cette forme elle remplace le verre dans les lanternes communes.

3°. Le bout de la corne sert à faire des manches de couteaux ou des toupies d'enfans, ou autres objets semblables.

4°. L'intérieur ou le cœur de la corne est bouilli dans l'eau : beaucoup de graisse s'élève à la surface; on la met de côté, et on la vend aux fabricans de savon commun.

5°. Cette même eau s'emploie comme une sorte de colle; elle est achetée par les appréteurs pour gommer la toile;

6°. Les matières qui restent sont broyées sous une meule, et vendues aux fermiers comme engrais.

En outre, les rognures que fait le fabricant de peignes sont vendues aussi comme engrais, au prix de 1 shilling le boisseau. Cet engrais produit peu d'effet l'année même où il est étendu sur la terre; mais son influence est sensible sur les quatre ou cinq années suivantes. Les rebuts du fabricant de lanternes sont composés de morceaux beaucoup plus minces; une partie est découpée en diverses figures qu'on peint, et qui servent de jouets aux enfans à cause de leur propriété hygrométrique qui les fait courber par la chaleur de la main; mais la plus grande partie se vend aussi comme engrais, et étant sous une forme très mince et très divisée, elle produit son effet complet sur la première récolte.

271. Un autre résultat de l'emploi des grands capitaux, c'est de détruire cette classe intermédiaire de demi-négocians qui se trouvent auparavant interposés entre le manufacturier et le marchand. Ce résultat a déjà eu lieu, au moins pour

un genre particulier d'industrie, la fabrication de la toile de coton. Autrefois, quand le calicot se fabriquait dans les maisons des ouvriers, il existait une classe d'individus uniquement occupés à voyager pour acheter en forte quantité les pièces ainsi faites, et les vendre ensuite au marchand, qui les exportait dans d'autres pays. Ces individus intermédiaires étaient obligés d'examiner chaque pièce, pour reconnaître si elle était de bonne confection et à la mesure. Car bien qu'en général ils pussent avoir confiance dans le plus grand nombre des ouvriers, il suffisait qu'un petit nombre de ceux-ci cherchassent à tromper, pour rendre l'examen indispensable. Mais aujourd'hui cet examen rigoureux n'est plus nécessaire avec les grandes fabriques, parce que la valeur d'une bonne réputation, toute précieuse qu'elle peut être dans toutes les circonstances de la vie, n'est jamais aussi bien sentie par le petit capitaliste que par celui qui engage dans le commerce de vastes capitaux. Chaque ouvrier dans son logement peut espérer, si sa fraude est découverte par un acheteur, que ce fait passera ignoré de tous les autres; tandis que plus un négociant opère sur de fortes sommes, plus sa réputation, comme exactitude dans ses fournitures, est scrutée et épluchée par ses concurrens. De là résulte qu'une réputation intacte tient lieu d'un capital additionnel, puisque le marchand, en achetant du grand manufacturier, économise les frais de

vérification, sachant bien que ce manufacturier serait ruiné par la perte de sa réputation commerciale, et qu'une simple tache seulement sur cette réputation entraînerait immédiatement pour lui une perte pécuniaire bien plus forte que le profit qu'il pourrait réaliser sur une seule affaire partielle.

272. Cette masse de confiance bien établie, fondée sur la réputation de ses manufacturiers et de ses commerçans, est un des principaux avantages qu'une nation depuis long-temps manufacturière possède sur toutes ses rivales. Cette confiance est portée si loin en Angleterre, que dans une de nos grandes villes, il se fait journellement, dans le cours des affaires, des ventes et des achats sur une très grande échelle, sans l'échange d'aucune pièce écrite entre les parties contractantes.

273. Dans le dernière expédition à l'embouchure du Niger, il s'est présenté un exemple de manque de bonne foi de la part du fabricant, qui a été cause de difficultés assez sérieuses.

« Nous avions apporté avec nous d'Angleterre, » dit M. Lander, environ cent mille aiguilles de diverses grandeurs, et, entre autres, beaucoup de » paquets désignés sous le titre suivant : *White chapel sharps, garanties pour être de la première » finesse, et pour ne pouvoir casser à l'œil.* Ce » dernier point avait été l'objet d'observations » spéciales de notre part, et nous croyions que » ces aiguilles seraient excellentes; mais quelle fut

» notre surprise quand un grand nombre de naturels à qui nous en avions vendu nous les rapportèrent quelque temps après, en se plaignant que toutes les aiguilles n'avaient pas de trou : de sorte qu'en effet *elles ne pouvaient casser à l'œil,* et que nous fûmes obligés de payer la tromperie indigne du fabricant. En examinant ensuite tous les paquets des *white chapel sharps,* nous les trouvâmes tous garnis d'aiguilles non percées, et nous fûmes obligés de les jeter pour sauver notre crédit. »

274. A l'époque du système continental, pendant la dernière guerre, on a vu un exemple bien remarquable de la confiance que peut inspirer une réputation bien établie. Un de nos plus grands établissemens était dans l'habitude de faire beaucoup d'affaires avec une maison du centre de l'Allemagne. Mais, à cette époque, tous les ports du Continent furent fermés aux produits de nos manufactures, et toute contravention aux décrets de Milan et de Berlin fut menacée des peines les plus sévères. Cependant le fabricant anglais continua à recevoir des commandes de la maison d'Allemagne, dans des lettres qui lui indiquaient à quelle personne l'envoi devait être remis, ainsi que l'époque et le mode de paiement. Ces lettres étaient écrites par une personne dont le fabricant anglais connaissait l'écriture, et portaient pour toute signature le nom de baptême du demandeur; quelquefois

même elles ne portaient aucune signature. Les commandes furent exécutées, et jamais il n'y eut la moindre irrégularité dans les paiemens.

275. Je citerai encore ici une autre circonstance qui, sans être très importante, est bien plus avantageuse aux grandes fabriques qu'aux petites. Le gouvernement accorde à l'exportation de certaines marchandises une remise sur le droit d'importation des matières premières qui servent à leur confection. Dans ce cas, il exige l'accomplissement de certaines formalités pour éviter la fraude, et, à cet effet, un employé ou un associé de chaque maison de commerce doit accompagner à la douane les marchandises que cette maison destine à l'exportation. Le petit fabricant, qui généralement ne peut exporter que des quantités assez faibles, doit souvent trouver que la remise accordée ne l'indemnise pas de la perte de son temps ; tandis que l'agent d'une grande maison est largement indemnisé de la perte du sien en recevant des milliers de shillings quand l'autre en reçoit à peine quelques-uns.

276. Plusieurs grands établissemens de nos districts manufacturiers emploient certaines matières qui se tirent de contrées éloignées, et, souvent même, ne se trouvent qu'en certaines localités particulières. Découvrir un point inconnu où ces matières existent abondamment, est un objet de la plus haute importance pour un établissement qui en

fait une grande consommation; aussi des fabricans ont-ils jugé quelquefois convenable d'envoyer dans des pays assez éloignés, des agens chargés de découvrir et de recueillir de semblables produits, et la dépense de ces voyages s'est trouvée amplement payée par le résultat. C'est ainsi que les montagnes neigeuses de la Suède et les rochers brûlans de la Corse ont été dépouillés d'une de leurs productions végétales par les agens d'une de nos plus grandes fabriques de teinture. Dans ces tentatives, le fabricant doit toujours se régler sur la quantité du capital engagé dans son établissement et sur l'échelle de ses opérations, afin de juger si ses recettes lui permettent d'envoyer des agens pour examiner les besoins et le goût des pays éloignés, et de faire des expériences avantageuses aux grandes fabriques, mais très nuisibles aux petites, dont les ressources sont plus limitées. Cette opinion est largement développée dans le rapport du comité nommé en 1806 par la chambre des communes, pour l'examen du commerce des laines, et je ne crois pas pouvoir terminer mieux ce chapitre que par un extrait de ce rapport, qui résume les avantages des grands établissemens.

« Votre commission, dit le rapporteur, a la » satisfaction de voir que les craintes souvent con- » çues contre les grandes fabriques, non-seule- » ment partent d'un principe vicieux, mais sont » même erronées en pratique, à tel point que des

» principes tout-à-fait opposés peuvent être sou-
» tenus avec beaucoup de raison. Certes, il ne
» serait pas difficile de prouver que les fabriques
» d'un ordre élevé, au moins à l'époque actuelle,
» sont indispensables à la prospérité de notre
» système manufacturier intérieur, en lui donnant
» certains élémens de succès qui lui manquent
» encore aujourd'hui. Car il est évident que le petit
» manufacturier ne peut pas se déterminer, comme
» celui qui possède un capital considérable, à faire
» les essais nécessaires, à courir les risques, à
» éprouver les pertes qui ont toujours lieu dans les
» premiers momens de l'invention et du perfec-
» tionnement de nouvelles espèces de produits, ou
» lorsqu'on porte à un degré de perfection supé-
» rieur une fabrication déjà connue. Le petit ma-
» nufacturier ne peut pas connaître, par son exa-
» men personnel, les besoins, les habitudes, les
» arts, les fabriques, les perfectionnemens des pays
» étrangers. Le soin, l'économie, la prudence,
» telles doivent être ses qualités, et non l'inven-
» tion, le goût et le génie de l'entreprise, qui pour-
» raient lui être très nuisibles s'il s'y abandonnait;
» car la chance du succès ne pourrait compenser
» pour lui la perte d'une petite partie de son capi-
» tal. Il marche dans une route sûre, il suit le che-
» min battu; mais il ne peut s'en écarter d'un côté
» ou d'autre pour entrer dans les sentiers de la
» spéculation. Le grand manufacturier, au con-

» traire, étant ordinairement en possession d'un » fort capital, et ayant à sa disposition immé- » diate tous les ouvriers qu'il emploie, se trouve en » position de faire des expériences, de tenter » des spéculations, d'inventer des moyens d'exé- » cution plus abrégés ou plus parfaits, enfin de » perfectionner les anciennes méthodes; et, en » promenant ainsi d'objets en objets son goût ou » son imagination, lui seul élève nos fabriques à » cet état de perfection qui les rend capables de » soutenir dans d'autres pays la concurrence des » fabriques étrangères. Il existe un fait digne » d'attention, et qui est confirmé complètement » par l'expérience; c'est qu'une fois le succès de » ces nouveaux genres de fabrication ou de ces » nouvelles inventions bien constaté par l'expé- » rience, ils se répandent dans toutes les fa- » briques du même genre; en sorte qu'en définitif » celles d'un ordre moins élevé, qui ne travaillent » que pour l'intérieur, profitent des essais de ces » grandes fabriques qui ont d'abord été l'objet » de leur jalousie. Cette vérité est démontrée » complètement par l'histoire de presque toutes » nos grandes manufactures, dont les perfection- » nemens récens n'ont été obtenus qu'avec des » frais énormes, et après quantité d'expériences » infructueuses. En outre, il existe un autre fait » également reconnu; c'est que les gros manufac- » turiers viennent souvent faire des achats consi-

» dérables dans les entrepôts publics où expose
» le petit fabricant, et y enlèvent les produits
» analogues aux leurs que celui-ci peut leur four-
» nir, afin de remplir promptement une forte
» commande qui leur a été soudainement adres-
» sée, et de consacrer une plus grande partie de leur
» capital et du temps de leurs ouvriers à la confec-
» tion d'objets de luxe, d'articles plus délicats,
» plus soignés et plus chers, qu'ils font exécuter
» sous leurs propres yeux. Ainsi ces deux systèmes
» de fabrication s'aident l'un l'autre, bien loin de
» se contrarier; chacun d'eux fournit ce qui man-
» que à l'autre, et travaille à sa prospérité. »

CHAPITRE XXIII.

Des centres d'industrie manufacturière.

277. Dans chaque pays il existe certaines localités autour desquelles viennent se grouper les grands établissemens industriels. Dans les premiers temps de l'histoire de toute communauté manufacturière, avant l'introduction générale de moyens économiques de transport, presque toujours on trouve chaque espèce d'article de commerce travaillé près du lieu où la nature a placé la matière première. Il en est ainsi ordinairement pour les objets pesans, pour ceux dans la valeur desquels la matière première entre pour beaucoup plus que le travail de fabrication. Presque tous les minerais, qui sont très lourds et mélangés avec des quantités considérables de matières pesantes et inutiles, doivent être soumis à la fusion non loin de leur lieu d'extraction primitive. Pour cela il faut du combustible et de la force, et la première chute d'eau trouvée dans le voisinage est immédiatement employée à bocarder le minerai, à souffler les fourneaux, à marteler et laminer le fer. Il se présente cependant des circonstances parti-

culières qui modifient cet arrangement général. On rencontre communément le charbon de terre et la pierre à chaux dans la même localité où se trouve le minerai de fer; mais le gisement d'autres métaux ne présente pas cette réunion heureuse du combustible avec le minerai. En général, d'après les notions de la Géologie, les terrains les plus riches en minerais métalliques sont différens de ceux où se rencontre le charbon de terre. Ainsi le comté de Cornouailles renferme des filons de cuivre et d'étain, et n'offre aucune couche de houille. Le minerai de cuivre, qui exige pour sa réduction des quantités considérables de combustible, est porté par mer jusqu'aux exploitations de houille du pays de Galles, et fondu à Swansea. Les bâtimens qui le chargent prennent en retour des chargemens de charbon pour les machines à vapeur qui épuisent les mines, et pour les fourneaux à fondre l'étain qui sont sur le lieu même d'extraction, le traitement de ce métal exigeant moins de chaleur que la réduction du cuivre.

278. Les rivières qui traversent les pays riches en charbon et en minerais sont les premières grandes routes qui servent au transport des matières pesantes jusqu'aux lieux où se présentent les circonstances convenables pour faciliter le travail des hommes sur ces matières; puis viennent les canaux, qui concourent au même résultat; enfin l'application nouvelle et encore imparfaite de la vapeur

et du gaz nous donne un juste espoir de procurer presque les mêmes avantages d'un facile transport à des localités qui en étaient privées à jamais par la nature. L'industrie, le commerce, la civilisation, suivent toujours les lignes de communication les plus économiques et les plus nouvelles. Il y a vingt ans le Mississipi roulait le vaste volume de ses eaux au travers de plusieurs milliers de lieues de pays où se montraient à peine quelques tribus errantes et sauvages. La force du courant semblait défier les efforts de l'homme et lui défendre de remonter son cours; et pour lui ôter mieux tout espoir, des arbres énormes, arrachés des forêts voisines, étaient fixés au fond du lit, tantôt formant ainsi des barrières, tantôt devenant le noyau d'un banc, et réunissant sur le même point les dangers d'un bas-fond et d'un écueil, que le hasard seul pouvait faire éviter. Au bout de quatre mois d'un travail continu, à peine une petite barque, avec son équipage épuisé de fatigue, se trouvait-elle remontée à 3000 kilomètres de son point de départ. Maintenant ce même espace est parcouru en quinze jours par de grands bâtimens mus par la vapeur, et portant des centaines de passagers qui jouissent de tous les agrémens et de tout le luxe de la civilisation. Au lieu de la hutte indienne, au lieu de la barraque bien plus rare du planteur, des villages, des villes, des cités, se sont élevés sur les bords de ce fleuve immense; et cette même machine

qui dompte la force de ses puissantes eaux, finira probablement par extirper de son lit tous ces obstacles qui gênent la navigation, et l'ont rendu jusqu'ici dangereuse (1).

279. Cette réunion d'une masse d'établissemens

---

(1) La quantité d'obstacles naturels formés par les arbres flottans qui s'arrêtent au fond du Mississipi, peut s'évaluer approximativement d'après le nombre des bateaux à vapeur qui se sont brisés contre ces obstacles ; c'est ce qu'on verra dans la note suivante, extraite de l'*Almanach américain* pour 1832.

De 1811 à 1831 on a construit sur les bords du Mississipi, ou de ses affluens, 3048 bateaux à vapeur. Dans cet espace de temps, environ 150 se sont perdus ou ont été usés complètement.

Sur les 150 {
63 ont été détruits par usure ;
36 se sont perdus sur des *snags ;*
14 ont éclaté ;
3 ont été fracassés par des chocs ;
34 ont péri par des accidens dont les causes sont mal connues.
}

Ainsi 36 bateaux à vapeur, ou à peu près le quart des 150, ont été détruits par les obstacles accidentels que présentait le fond de la rivière.

On appelle *snags*, en Amérique, des amas d'arbres qui se tiennent presque droits dans le courant, avec leurs racines fixées au fond.

On a l'habitude maintenant de ménager à l'avant du ba-

manufacturiers dans un seul pays a pour effet naturel d'attirer dans ce pays, d'une grande distance, une foule de personnes qui achètent pour leur propre compte et pour celui de maisons éloignées : et ainsi s'établit l'institution de foires publiques ou d'échanges de denrées. Ces foires offrent au manufacturier toute facilité pour recueillir mille renseignemens qui lui sont indispensables, sur les matières premières dont il a besoin, ou sur la quantité actuelle de demandes dont ses produits peuvent être l'objet. Ce fait seul de la réunion dans un seul lieu, à des époques fixes, d'un nombre aussi grand que possible de producteurs et d'acheteurs de toute nature, est le moyen le plus énergique d'arrêter ces fluctuations accidentelles qui se présentent trop souvent dans les petits marchés, et d'amener le prix des denrées à un taux moyen sensiblement uniforme.

280. Quand un capital considérable a été employé en machines ou en bâtimens; quand les habitans des alentours sont habitués à travailler avec ces machines, il faut des motifs bien graves pour déterminer le déplacement d'une industrie ainsi établie. Toutefois il existe des exemples de chan-

---

teau à vapeur un espace bien calfaté; de sorte que si le bateau donne sur un snag, et qu'il se perce à l'avant, l'eau ne peut entrer dans le reste du bâtiment, et le couler bas immédiatement.

gemens semblables, et la commission nommée pour examiner les variations du travail des ouvriers employés dans les manufactures indique ces changemens comme une chose éminemment contraire à l'établissement d'un taux uniforme dans le prix de leur salaire. Aussi est-il d'une importance toute spéciale pour les ouvriers de connaître la véritable cause qui a déplacé certaines industries manufacturières de leur position primitive.

« L'émigration ou le déplacement d'une industrie manufacturière, est-il dit dans le rapport de » la commission, provient quelquefois de l'invention de nouveaux perfectionnemens mécaniques » qui ne peuvent se mettre en pratique dans la localité où est établie cette industrie. Telle semble » avoir été la cause du déplacement de la fabrication » des draps, qui a quitté presque entièrement les » comtés d'Essex, de Suffolk, et les autres comtés du » midi, pour se porter au nord de l'Angleterre, où » le charbon nécessaire aux machines à vapeur est » beaucoup moins cher. Mais quelquefois aussi, ce » déplacement est occasioné ou au moins accéléré » par la conduite imprudente des ouvriers, qui « s'obstinent à refuser une réduction raisonnable » dans leurs salaires, ou qui s'opposent opiniâtrément à l'introduction d'une nouvelle machine ou » d'une nouvelle modification dans le travail; car, » pendant la dispute, une autre localité accueille » ces nouveaux perfectionnemens, et enlève à la

» première son rang commercial. Toute tentative
» violente des ouvriers contre la propriété de leur
» maître, toute association déraisonnable de leur
» part, est, sans aucun doute, ce qu'ils peuvent
» faire de plus contraire à leurs propres inté-
» rêts. »

281. Quand les fabriques existent depuis longtemps, ces déplacemens ont les conséquences les plus graves, parce qu'autour de la fabrique s'est élevée une population proportionnée à ses besoins. L'association d'ouvriers du Nottinghamshire, connue sous le nom d'association des *Luddites*, chassa de ce pays une grande quantité de métiers à tulle, et fit naître des fabriques semblables dans le Devonshire. Quand un fabricant porte ainsi son industrie dans une autre localité où cette industrie n'existe pas, ce déplacement n'a pas seulement pour effet de le mettre à l'abri des associations d'ouvriers qu'il a fuies: si ce fabricant réussit dans son nouvel établissement, son exemple engagera très probablement, après quelques années, d'autres capitalistes de cette localité à mettre des fonds dans le même genre d'industrie; et ainsi, quoiqu'une seule fabrique soit sortie du premier pays où les associations d'ouvriers ont occasioné ce déplacement particulier, ces ouvriers ne perdent pas seulement le travail que leur procurait cette fabrique; ils sont obligés, de plus, de baisser en général le prix du salaire de leur travail,

par suite de la rivalité du nouveau centre d'industrie qui s'est formé auprès d'eux.

282. Une autre circonstance a son influence propre sur cette question ; c'est la nature des machines. Les machines lourdes, telles que les presses à imprimer les toiles, les machines à vapeur, etc., ne peuvent être déplacées aisément, et, pour les transporter, il faut toujours en démonter les différentes pièces ; mais quand tout le matériel de la fabrique se compose d'une multitude de petites mécaniques séparées, complètes chacune en elle-même, et toutes mises en mouvement par une seule force motrice, par une roue d'eau ou une machine à feu, le déplacement devient beaucoup moins difficile. C'est ainsi que les métiers à bas, à tulle, à toile, peuvent, avec un petit démontage, être transportés facilement dans des localités plus avantageuses.

283. Il serait très important que les hommes les plus intelligens de la classe ouvrière pussent examiner la justesse des observations que je viens de présenter; car la masse générale des ouvriers n'ayant jamais fixé son attention sur un semblable sujet, se laisse souvent diriger par quelques meneurs obstinés à conserver une ancienne coutume, en apparence favorable, mais en réalité tout-à-fait contraire à leurs intérêts bien entendus. Je l'avouerai, j'ai quelque espoir que ce livre tombera dans les mains d'ouvriers plus capables

peut-être que moi-même de raisonner sur un sujet qui demande simplement du bon sens, et qu'en le lisant, leur intelligence sera excitée par l'importance de ce sujet, pour le bonheur de leur vie. En dirigeant leur attention vers les considérations précédentes, et vers celles que je pourrai présenter encore sur la même question, je crois n'avoir sur eux qu'un seul avantage; c'est que je n'ai jamais eu dans le cours de ma vie, et que je n'aurai jamais, suivant toute probabilité, le plus léger intérêt pécuniaire dans aucune affaire qui puisse de loin ou d'avance influencer en aucune manière mon opinion. Cette opinion, je l'ai formée d'après les faits, à mesure qu'ils se sont présentés à moi.

CHAPITRE XXIV.

De l'excès de la production.

284. Un résultat naturel et complètement inévitable de la concurrence, c'est une production bien supérieure aux besoins des consommateurs. Cet inconvénient grave se représente ordinairement à des époques périodiques, et il est d'une égale importance pour le maître et pour les ouvriers de le prévenir, ou au moins de le prévoir de loin. Dans le cas particulier où il existe sur la place un grand nombre de petits capitalistes, où chaque maître travaille lui-même, aidé par sa famille ou par quelques ouvriers à la journée, où enfin les différens articles produits sont très variés, il s'établit une sorte de compensation singulière qui diminue en quelque manière l'étendue des oscillations qu'éprouverait autrement le prix du travail des ouvriers. Cette compensation est due à l'intervention des commissionnaires, espèce intermédiaire de négocians qui possèdent des capitaux plus ou moins considérables, et qui, lorsqu'il se manifeste une forte réduction dans le prix de l'article dont ils font commerce, en achètent de fortes

parties pour leur propre compte, dans l'espoir de les vendre à bénéfice quand le prix aura remonté. Dans les temps ordinaires, ces mêmes individus agissent comme des facteurs ou des agens de diverses maisons, et font des assortimens d'articles au prix de la place, pour le compte des détaillans, soit à l'intérieur, soit à l'étranger. A cet effet, ils ont de vastes magasins où ils entreposent soit les commissions qu'on leur a données, soit les marchandises qu'ils ont achetées dans les momens de baisse. Leur intervention exerce donc sur la place l'effet d'un volant qui en régularise les prix.

285. Dans les grands établissemens, l'excès de production a un effet tout différent. Quand l'excès des offres a fait baisser les prix de vente, il arrive ordinairement de deux choses l'une : ou l'on diminue seulement le salaire des ouvriers, ou l'on diminue à la fois et le nombre des heures de travail et le salaire de ces mêmes ouvriers. Dans le premier cas, la production marche à son ordinaire ; dans le second, la production diminue. Les quantités offertes deviennent en rapport aux demandes, et dès que la marchandise sur la place est écoulée, les prix remontent à leur taux primitif. Au premier coup d'œil, cette dernière situation des choses semble plus avantageuse à la fois pour le maître et pour les ouvriers ; mais excepté le cas où peu d'individus s'occupent de la branche particulière qui se trouve en souffrance, un tel arrangement présente

de grandes difficultés; et de fait, il ne peut exister qu'à la suite d'une convention passée entre les maîtres ou entre les ouvriers; ou, ce qui vaut mieux, à la suite d'une convention réciproque passée entre les uns et les autres dans leur intérêt commun. Mais une convention entre les ouvriers est toujours difficile et toujours gênée par les inconvéniens d'une opposition aveugle contre ceux qui, d'après le libre exercice de leur jugement, sont disposés à ne pas agir avec la majorité. D'un autre côté, les conventions entre les maîtres restent sans effet, à moins que tous, sans exception, ne s'y conforment; car si un seul maître fabricant, d'après les capitaux qu'il possède, fait travailler plus d'ouvriers que chacun de ses confrères en particulier, il se trouve immédiatement en position de vendre au-dessous du prix que ceux-ci ont pu arrêter entre eux.

286. Sous le rapport de l'intérêt du consommateur considéré seul, la question est toute différente. Quand l'excès des marchandises offertes a produit une baisse considérable dans le prix d'un article, de suite cette baisse amène une nouvelle classe de consommateurs, et augmente la consommation de la classe qui en faisait usage. Un retour au premier prix est donc tout-à-fait opposé à l'intérêt de ces deux genres de consommateurs. Il est aussi un fait certain, c'est que la diminution du bénéfice du manufacturier, par suite de la baisse de prix, est un excellent stimulant pour activer son

esprit, pour le porter à chercher des moyens de se procurer ses matières premières à meilleur prix, à inventer des perfectionnemens dans ses machines, qui réduisent son prix de fabrication, ou à introduire des changemens dans la disposition intérieure de sa fabrique, de manière à en perfectionner l'administration. Si, par suite d'une de ces tentatives ou de l'effet simultané de toutes, le manufacturier obtient quelque résultat avantageux, son succès a de suite un effet réellement utile. D'un côté, une proportion plus grande de la population peut se procurer l'objet fabriqué à meilleur prix, et jouir de tous ses avantages; et de l'autre, quoique le bénéfice du manufacturier se trouve réduit sur chaque article fabriqué, comme il fabrique un plus grand nombre de ces articles, et que ses bénéfices seront plus répétés, il réalisera à la fin de l'année un bénéfice total à peu près aussi considérable qu'auparavant, tandis que le salaire de l'ouvrier remontera à son taux primitif. Enfin le fabricant et l'ouvrier à la fois auront moins à redouter les oscillations des demandes, puisqu'ils travailleront pour un plus grand nombre de consommateurs habituels.

287. Il serait du plus haut intérêt, ce me semble, d'examiner, dans l'histoire d'une industrie quelconque, si les époques où les produits qu'elle offrait à la consommation se sont trouvés surabondans n'ont pas amené toujours dans cette industrie l'invention de nouveaux perfectionnemens mécaniques

ou de nouvelles méthodes de fabrication, et il serait utile de montrer en même temps de quelle quantité annuelle la fabrication a pu être augmentée par chacun de ces changemens. On trouverait probablement par cette recherche, que *l'augmentation de la quantité qu'on peut fabriquer avec le même capital, au moyen du nouveau perfectionnement, est toujours assez considérable pour que le fabricant retire de ce capital un intérêt égal à celui que lui aurait produit tout autre mode de placement.*

L'industrie du fer nous fournira peut-être à ce sujet les documens les plus convenables pour une semblable recherche : car nous avons le prix actuel du fer en gueuses et en barres, dans la même localité et à la même époque, et nous sommes ainsi exempts des effets de toute variation dans la valeur de la monnaie courante, ainsi que de toute autre cause d'irrégularité.

288. Dans le moment actuel, où les fabricans de fer se plaignent de la baisse ruineuse qu'a éprouvée le prix de leurs produits, on commence à introduire une nouvelle méthode pour fondre le fer, qui promet une réduction considérable dans le prix de cette opération si elle réalise l'attente de ses inventeurs. Cette méthode consiste à chauffer l'air avant de l'employer à souffler le haut-fourneau. Un des résultats de cet emploi de l'air chaud, c'est la possibilité de brûler de la houille au lieu de coke; par là on serait dispensé des frais de la carbonisation de la houille, et, de plus, l'emploi de ce dernier com-

bustible permet de diminuer la proportion de castine nécessaire pour fondre le minerai de fer (1).

Le tableau suivant, dressé par les propriétaires du brevet d'invention, est tiré du journal de Brewster, p. 349; 1832.

Tableau comparatif des quantités de matières employées à l'établissement des forges de la Clyde pour fondre une tonne (1015 kilog.) de fonte de moulerie, et de la quantité de fonte produite par chaque haut-fourneau dans une semaine.

	Combustib.	Minerai.	Castine.	Fonte produite par semaine.
	Tonnes.	Tonnes.	Quint. métriq.	Ton. de 1015 k.
1. Avec de l'air non chauffé et du coke.	7	3¼	7,60	45
2. Avec de l'air chauffé et du coke.	4 ¾	3¼	* 5,08	60
3. Avec de l'air chauffé et de la houille.....	2 ¼	3¼	3,80	65

Notes. — « 1. On doit ajouter au charbon ou au » coke des deux dernières lignes 250 kil. de menu » employé à échauffer l'air.

» 2. La construction de l'appareil pour l'application de l'air chaud coûte de 5000 à 7500 fr. » par haut-fourneau.

(1) On appelle *castine* le carbonate de chaux employé à la fusion. (T.)

» 3. On n'emploie plus de coke aux forges de la
» Clyde, et les trois hauts-fourneaux marchent à
» la houille.

» 4. Les trois hauts-fourneaux sont soufflés par
» une machine à vapeur d'une force double de la
» force nécessaire : le cylindre à vapeur a 40 pouces
» anglais de diamètre, et le cylindre soufflant
» 80 pouces; l'air est comprimé jusqu'à 2 livres $\frac{1}{2}$
» par pouce carré. Chaque haut-fourneau a deux
» tuyères. Les ouvertures des tuyaux soufflans ont
» 3 pouces de diamètre.

» 5. L'air est chauffé au-dessus de 600 degrés de
» Fahrenheit (315 degrés centigrades). Il peut
» fondre le plomb à la distance de 3 pouces de l'ori-
» fice du tuyau par lequel il s'échappe. »

289. L'augmentation du produit, par suite de l'introduction de l'air échauffé, n'est nullement un résultat facile à comprendre dès le premier moment, et l'analyse de l'action de cet air préparé nous conduira à présenter quelques idées assez curieuses sur l'application future des machines à souffler les hauts-fourneaux.

Chaque pied cube d'air atmosphérique, jeté dans le haut-fourneau, se compose de deux gaz, d'oxigène et d'azote, qui entrent, l'oxigène pour un cinquième, et l'azote pour les quatre cinquièmes environ (1).

Suivant la théorie actuelle de la Chimie, l'oxi-

(1) La proportion exacte donnée par l'expérience est 21 oxigène, 79 azote. (A.)

gène seul produit de la chaleur, et l'on peut analyser ainsi qu'il suit ce qui se passe dans le haut-fourneau.

1°. L'air est lancé dans le haut-fourneau sous une forme condensée; il se dilate immédiatement, et enlève de la chaleur aux corps environnans.

2° Indépendamment de cette dilatation, cet air étant lui-même à une température peu élevée, a besoin d'une certaine chaleur pour acquérir la température des matières brûlantes qu'il doit toucher immédiatement.

3°. L'oxigène, venant en contact avec les matières à l'état d'ignition dans le haut-fourneau, s'unit avec elles, en leur communiquant une grande portion de sa chaleur latente, et formant des combinaisons qui ont une chaleur spécifique moindre que les matières séparées qui les constituent. Quelques-uns de ces mélanges s'enlèvent à l'état gazeux par la cheminée du haut-fourneau; les autres restent sous la forme de scories fondues et flottantes sur la surface du fer liquéfié par la chaleur dégagée dans ces diverses combinaisons.

4°. Les effets de l'azote se bornent aux deux premiers effets généraux de l'air introduit que nous avons signalés. L'azote paraît ne former aucune combinaison, et ne contribue en aucune manière à l'augmentation de la chaleur.

Ainsi la méthode d'échauffer l'air avant de le jeter dans le haut-fourneau économise toute la

chaleur que le combustible doit fournir pour élever jusqu'à 315 degrés centigrades la température de cet air semblable à celle de l'air extérieur, et elle a pour effet direct de rendre le feu plus intense, de faciliter la fusion de scories vitreuses, et de leur donner peut-être aussi plus d'efficacité pour décomposer le minerai de fer. Si la quantité de combustible nécessaire pour échauffer l'air avant son introduction était ajoutée à celle que contient le haut-fourneau, elle ne ferait que prolonger la durée de sa chaleur, sans augmenter son intensité.

290. L'introduction dans le haut-fourneau de cette quantité d'air complètement inutile, et même contraire à la fusion du minerai, puisqu'elle refroidit le haut-fourneau au lieu de l'échauffer, est un vice essentiel de la méthode suivie jusqu'à ce jour dans le traitement des minerais de fer (1); et si l'on considère, de plus, la perte énorme de pouvoir mécanique employé à condenser cette quantité d'air inutile, perte qui s'élève en réalité aux quatre cinquièmes de la force totale mise en action pour souffler le haut-fourneau, on concevra parfaitement la nécessité d'un nouveau procédé plus parfait pour

(1) Un raisonnement semblable peut s'appliquer aux lampes. Une lampe d'Argand, employée à brûler de l'huile ou du gaz, consomme des quantités énormes d'air. Il serait curieux d'examiner si une quantité plus petite ne pourrait pas produire une lumière plus grande; et peut-être une proportion différente fournirait plus de chaleur avec la même dépense de combustible. (A.)



exciter une combustion étendue. Ceci me conduit à jeter en avant, sur ce sujet, quelques idées qui pourront conduire à de bons résultats, alors même que ces idées seraient inapplicables en elles-mêmes à l'objet proposé.

291. La grande difficulté de ce problème, c'est la séparation de l'oxigène qui favorise la combustion, et de l'azote qui nuit à son développement. Cette séparation pourrait s'effectuer si l'un de ces gaz devenait liquide à une moindre pression que l'autre, et si ces pressions étaient dans les limites des forces dont nous pouvons disposer aujourd'hui pour comprimer des substances quelconques.

Supposons, par exemple, que l'oxigène devienne liquide sous une pression de 200 atmosphères, et qu'il en faille 250 pour liquéfier l'azote; alors, quand l'air sera condensé à la deux-centième partie de son volume primitif, l'oxigène se trouvera à l'état liquide au fond du récipient où est effectuée la condensation, et la partie supérieure contiendra seulement de l'azote à l'état gazeux. L'oxigène liquéfié pourra être retiré du récipient pour l'alimentation du haut-fourneau; mais, comme il doit y être introduit à un degré modéré de condensation, sa force expansive pourrait d'abord être employée à faire marcher une petite machine. L'azote qui est comprimé fortement dans la partie supérieure du récipient, pourrait, une fois séparé de l'oxigène, être employé également comme moteur, et faire marcher une autre machine par son expansion.

De cette manière, la force mécanique développée pour opérer la première condensation serait entièrement recouvrée, à l'exception d'une petite portion nécessaire pour chasser l'oxigène pur dans le haut-fourneau, et d'une autre plus grande absorbée par le frottement de l'appareil.

292. La principale difficulté d'une opération semblable, ce serait l'exécution d'un piston capable de résister à une pression de 2 à 300 atmosphères; mais cette difficulté ne semble pas insurmontable. Il est possible aussi que de semblables pressions puissent effectuer la combinaison des deux gaz qui constituent l'air; ce qui donnerait un nouveau moyen de fabriquer l'acide nitreux et l'acide nitrique. On pourrait encore se proposer un autre but dans des expériences de ce genre, en opérant la condensation de l'air par l'intermédiaire d'un liquide : car alors il serait possible que ce liquide formât avec l'un des gaz qui constituent l'air une nouvelle combinaison chimique. Si l'on suppose, par exemple, que l'air fût fortement comprimé dans un récipient rempli d'eau en partie, cette eau pourrait s'unir à une quantité additionnelle d'oxigène (1), qui s'en dégagerait ensuite pour entrer dans le haut-fourneau.

293. Une autre cause d'incertitude dans une expérience de cette nature, c'est la possibilité que

---

(1) Tel est le deutoxide d'hydrogène, l'eau oxigénée de Thénard. (T.)

l'azote contribue en quelque manière à la fusion des matières mêlées dans le haut-fourneau, quoique son mode d'agir ne soit pas connu à présent. Pour éclaircir ce point, il faudrait peut-être examiner la nature des gaz qui sortent par la cheminée des fours des fonderies; il est constant que si l'on analysait ainsi les divers produits de tous les fourneaux où l'on traite les métaux, on pourrait en attendre l'explication de plusieurs points encore obscurs dans la métallurgie.

294. Il serait aussi possible que l'oxigène, à l'état liquide, exerçât une action corrosive, et que les récipiens qui le contiendraient dussent être revêtus de platine ou de quelque autre matière d'une oxidation difficile. Très probablement il se formerait aussi à cette pression énorme des composés nouveaux et tout-à-fait inattendus. Dans quelques expériences faites par le comte de Rumford, en 1797, sur la force de la poudre, il remarqua un composé solide qui se formait toujours dans le canon, quand on empêchait quelque temps la libre sortie du gaz produit par l'inflammation de la poudre; et dans ce cas, en supprimant ensuite cet obstacle momentané, il s'échappait très peu de gaz.

295. Si l'on se servait de gaz liquéfié, il faudrait probablement changer la forme du haut-fourneau, et peut-être diriger la flamme du combustible enflammé sur le minerai à fondre, au lieu de mêler ce minerai avec le combustible lui-même.

En réglant le vent d'une manière convenable, on pourrait obtenir une flamme oxigénante ou désoxigénante. Cette combinaison de l'intensité de la flamme avec son action chimique pourrait permettre de fondre les minerais les plus réfractaires. Enfin les métaux jusqu'à présent infusibles, tels que le platine, le titanium et d'autres encore, pourraient entrer dans les usages ordinaires de la société, et ainsi s'effectuerait une révolution dans les arts.

296. Revenons maintenant au sujet de ce chapitre, et admettons que, dans le cas d'une surabondance des produits d'un même genre d'industrie, on ne découvre pas de moyens de production plus économiques, et que la production continue à excéder les besoins des consommateurs. Dans cet état de choses, il est évident que ce genre d'industrie emploiera trop de capitaux; le bénéfice des fabricans diminuera, et au bout d'un certain temps quelques-uns d'entre eux tourneront leurs vues vers d'autres genres d'industrie. On ne peut pas assigner d'une manière bien précise quels seront les premiers qui changeront ainsi d'occupation. Un travail plus parfait, un soin plus grand dans les détails, permettront encore à quelques fabricans de faire des bénéfices supérieurs à ceux de leurs confrères. A défaut de ces avantages, une masse de capitaux plus considérable mettra quelques autres en état de soutenir la concurrence plus long-temps, même avec perte, dans l'espoir de chasser du marché les petits capitalistes et de se rembourser alors par la hausse du prix de vente.

Néanmoins il vaut mieux pour les uns et les autres, que cette lutte commerciale ne dure pas longtemps, et il est d'une haute importance qu'aucun règlement arbitraire ne vienne en quelque sorte s'opposer à la conclusion des difficultés de ce genre; car les actes restrictifs ont souvent les effets les plus funestes, et c'est ainsi que le commerce du port de Newcastle est entravé par un acte du parlement qui ordonne que chaque bâtiment sera chargé à son tour sur ce port. Dans son rapport sur le commerce du charbon de terre, la commission de la chambre des communes désapprouve complètement les mesures ordonnées par cet acte. « S'il y a trop de bâti» mens employés au commerce du charbon de terre, » est-il dit dans ce rapport, et qu'il y ait conséquem» ment du temps perdu à stationner dans le port » et à attendre le chargement, cette perte de temps » ne porte pas, comme cela devrait être, sur quel» ques bâtimens particuliers, de manière à les ex» pulser de ce genre de commerce : d'après le règle» ment, elle est répartie sur tous indistinctement; » de sorte que la perte de bénéfice qui en résulte » est répartie également sur toute la masse. »

297. Dans ce court exposé je n'ai pas eu la prétention de décrire tous les effets de l'excès de production et les moyens d'y remédier : c'est une question très difficile, et, comme celles que nous avons déjà envisagées, elle exige une comparaison étendue des influences relatives de plusieurs causes qui agissent simultanément.

CHAPITRE XXV.

De l'enquête préliminaire qui doit précéder toute tentative de fabrication.

298. Avant d'entreprendre la fabrication d'un objet commercial quelconque, on doit toujours faire une enquête préliminaire sur certains points nécessaires à connaître, et dont les principaux sont la dépense d'achat des outils, des machines, des matières premières, et de tout l'agencement nécessaire pour produire; l'étendue des demandes dont on peut être assuré, le temps nécessaire pour recouvrer le capital ainsi risqué, enfin le temps plus ou moins long après lequel l'article nouveau détruira l'usage des articles analogues actuellement employés.

299. Il est assez difficile de déterminer la dépense des nouvelles machines et des nouveaux outils, s'ils sont très différens de ceux déjà connus. Mais telle est la variété des instrumens ou des machines employés constamment dans nos diverses fabriques, qu'il doit se rencontrer peu d'inventions mécaniques dont l'exécution ne présente pas dans ses détails beaucoup d'analogie avec une machine déjà établie. Il est moins difficile de dé-

terminer la dépense des matières premières ; cependant il existe plusieurs cas où il devient important d'examiner si l'on est sûr de s'en procurer une quantité suffisante à un prix convenable. Tel est celui où la consommation ordinaire de ces matières est assez restreinte. Alors les demandes d'une nouvelle fabrique peuvent hausser momentanément le prix de ces matières, quoiqu'en définitif l'accroissement des demandes doive réduire ce même prix.

300. Celui qui projette l'établissement d'une nouvelle manufacture doit examiner surtout avec soin quelle sera, suivant toute probabilité, la quantité consommée du nouvel article de commerce qu'il veut produire. Comme mon but n'est pas ici d'instruire les fabricans, mais de donner un exposé général du sujet, je présenterai quelques éclaircissemens sur la manière dont les hommes pratiques envisagent cette question, dans l'espoir que ces éclaircissemens pourront être utiles à mes lecteurs. Dans ce but, j'ai tiré de l'enquête faite sur les ouvriers et les machines, devant une commission de la chambre des communes, l'extrait suivant qui montrera l'étendue de la consommation d'objets insignifians en apparence, et l'attention toute particulière que leur donne le manufacturier.

La commission avait appelé devant elle M. Ostler, fabricant de grains de colliers en verre et d'autres jouets d'enfans à Birmingham. Quelques articles de sa fabrique étaient placés sur la table,

pour être soumis à l'examen de la commission, qui tenait sa séance dans une des salles ordinaires.

Question. « Avez-vous quelques renseignemens » à nous donner sur votre genre d'industrie?

Réponse. » Les objets déposés sur cette table » peuvent sembler des objets tout-à-fait insignifians » à des gens du monde; mais peut-être ces mêmes » personnes seraient-elles assez étonnées en appre- » nant le fait que je vais rapporter. Il y a environ » dix-huit ans, à mon premier voyage à Londres, » je rencontrai à la bourse un homme bien mis qui » me demanda si je pourrais lui fournir des *yeux* » *d'émail* pour des poupées. Je fus assez sot pour » m'*offenser* presque de la proposition, trouvant » que c'était déroger à ma nouvelle dignité de » fabricant, que de faire une pareille niaiserie. » Alors il me mena dans une chambre aussi large et » peut-être deux fois aussi longue que celle-ci, dans » laquelle était ménagé un petit passage entre des » amas énormes de diverses pièces de poupées en- » tassées jusqu'au plafond. Il n'y a ici que les bras » et les jambes, me dit mon guide, les corps sont » dans la pièce au-dessous. Mais j'en voyais assez » pour me convaincre qu'il avait besoin en effet » d'une grande quantité d'yeux d'émail. Comme cet » article était tout-à-fait dans le genre de ma fabri- » cation, je lui demandai une certaine commande » pour essayer, et il me montra alors divers échan- » tillons. Il divisa sa commande en diverses quanti-

» tés de diverses qualités et de diverses dimensions.
» Je l'écrivis, et à mon retour à l'hôtel de Tavistok
» où je demeurais, je trouvai que la commande to-
» tale montait à 500 livres sterling (12,500 fr.).
» Je me rendis chez moi, et j'essayai de *faire des*
» *yeux d'émail.* J'avais alors dans ma fabrique les
» ouvriers les plus habiles du royaume pour la
» confection des jouets de verre; mais dès que je
» leur eus montré mes échantillons, ils se mirent
» à branler la tête et à me dire qu'ils avaient bien
» vu autrefois des échantillons semblables, mais
» qu'ils n'en savaient pas faire. Je leur donnai
» quelque argent pour les encourager : ils essayè-
» rent, et après avoir perdu trois ou quatre
» semaines en travail inutile, je fus obligé de
» renoncer à mes tentatives. Bientôt après j'en-
» trepris une autre affaire, une fourniture de
» chandeliers de verre, et je ne m'inquiétai plus
» des yeux d'émail. Au bout d'un an et demi cette
» niaiserie me revint à la tête : je me déterminai
» à m'attacher à cette affaire sérieusement, et
» après une huitaine de mois, je tombai par ha-
» sard sur un pauvre diable que l'ivrognerie avait
» réduit à l'indigence, et qui se mourait d'une mala-
» die de consomption, dans la dernière misère. Je
» lui montrai dix souverains, et il me dit qu'il m'ap-
» prendrait le moyen de faire des yeux d'émail. Il
» était dans un tel état, qu'il ne pouvait souffrir l'o-
» deur de sa lampe, et, après qu'il m'eut expliqué

» son *secret,* quoique je fusse très familier à la » partie manuelle de mon industrie, quoiqu'il par- » lât de choses que je voyais tous les jours, je sen- » tis que je ne ferais rien de bon par cette descrip- » tion seule. Je rapporte ce fait pour montrer » combien il est difficile de transmettre par une » simple description, des procédés de fabrication. » Alors il me mena dans son galetas, où je trouvai » l'économie poussée à un tel point, qu'il se ser- » vait, au lieu d'huile, de graisse achetée au mar- » ché, bien que la concurrence eût fait baisser » considérablement le prix de l'huile à cette épo- » que. Au bout d'un instant, avant qu'il n'eût fait » trois yeux d'émail, je sentis que j'en pourrais faire » aisément une douzaine, et la différence de son » mode d'opérer avec celui de mes ouvriers était » si légère, que j'en fus étrangement surpris.

Question. » Et maintenant vous savez faire des » yeux d'émail?

Réponse. » Oui sans doute. Comme la commande » dont je viens de parler remontait à dix-huit ans, » j'ai craint qu'un renseignement semblable ne » vous parût pas assez sûr pour baser le prix » de ce genre d'article, et je me suis informé » hier au soir du prix actuel des yeux d'émail. » Ce prix a éprouvé une forte dimiuution, et » n'est pas même la moitié du prix d'alors. » J'ai supposé ensuite que chaque enfant n'avait » pas de poupée avant l'âge de deux ans, n'en

» voulait plus à sept, et en usait une par an. » Avec ces données, j'ai calculé que les yeux d'é» mail pouvaient donner lieu à une circulation » de plusieurs mille livres sterling dans le com» merce. En soumettant à la Commission tout ce » détail, mon but a été de lui montrer l'importance » de choses qui semblent des niaiseries, et de lui » prouver, d'après ma conviction, qu'il n'y a que » des communications directes et personnelles qui » puissent transmettre à l'étranger un procédé » quelconque de fabrication. »

301. Dans beaucoup de cas, il est très difficile d'estimer à l'avance le débit probable d'un nouvel article de commerce, ou l'effet probable d'une nouvelle machine. Cependant je rapporterai ici un exemple qui s'est présenté dans une enquête récente, quoique cette enquête n'ait pas, il est vrai, une relation bien immédiate avec l'objet qui nous occupe en ce moment: car elle n'avait pas pour but d'examiner le débit probable d'un produit industriel; mais elle peut être très utile comme modèle dans des recherches de cette nature. Une commission fut nommée par la chambre des communes pour examiner les droits auxquels on devait soumettre les machines locomotives à vapeur qui commencent à parcourir nos routes à péage; c'était une question d'une solution assez difficile en apparence, et sur laquelle s'étaient formées des opinions très contraires, si l'on en juge d'après la différence des droits

établis sur ces machines par les inspecteurs de nos différentes routes. En établissant les principes généraux qui devaient diriger son enquête, la commission reconnut « que, pour fixer convenablement » le tarif des droits à percevoir sur une route publique, il fallait nécessairement partir de ce » principe, que ce tarif devait produire une somme » suffisante pour payer la dépense primitive de » construction, et pour maintenir la route dans » un bon et suffisant état d'entretien, en supposant » la construction et les réparations dirigées avec » une sage économie. » La commission chercha d'abord à déterminer, par des renseignemens tirés de personnes compétentes, l'influence des changemens atmosphériques sur la détérioration d'une route bien construite; ensuite elle chercha à comparer entre elles les quantités partielles de détérioration qui pouvaient provenir de l'action des pieds des chevaux ou de celle des roues des voitures. M. Macneill, inspecteur de la route de Holyhead sous M. Telford, fut appelé à ce sujet, et proposa de prendre pour base de cette comparaison la quantité usée des fers de chevaux et des bandages de roues. D'après une note qu'il avait sur les réparations annuelles des fers de chevaux, et des bandages de roues pour une des diligences de Birmingham, il estima que les routes étaient endommagées trois fois plus par les pieds des chevaux que par le passage des roues. En prenant 100 livres sterling, ou

2500 fr. comme prix de la réparation annuelle d'une route parcourue par une diligence faisant par heure dix milles anglais (16000^m), ou par des fourgons allant à trois milles anglais (5 kilomètres), à l'heure, M. Macneill divise comme il suit le dommage total que cette route éprouve :

Réparations provenant des causes suivantes.	Route parcourue par la diligence.	Route parcourue par les fourgons.
Changemens atmosphériques	20	20
Roues	20	35,50
Pieds des chevaux	60	44,50
Total	100	100

La commission, pourvue de ce tableau, supposa que les roues des machines locomotrices ne doivent pas endommager les routes plus que celles d'autres voitures de même poids, marchant avec la même rapidité, et elle se trouva alors en état de déterminer approximativement le tarif des droits qu'on devait percevoir sur ces nouvelles machines (1).

302. Je joindrai ici une note qui se lie à ce su-

(1) M. Macneill a trouvé, par ses calculs, que chaque diligence de Londres à Birmingham répand environ 11 livres de fer sur la route qui unit ces deux villes. (A.)

jet, et qui présente des résultats précieux sur des points très discutés avant que des expériences directes eussent décidé la question : elle est extraite d'un rapport de M. Telford sur l'état des routes d'Holyhead et de Liverpool. L'instrument employé comme terme de comparaison avait été inventé par M. Macneill, et les expériences furent faites sur une partie de la route de Londres à Shrewsbury.

Quand un fourgon pesant 21 quintaux anglais (1050 kil.) parcourt différentes sortes de routes, l'effort nécessaire à sa traction est représenté par les nombres suivans :

Sur une route bien pavée.. par	33 lbs..	16 p. 100 du poids.
Sur une route en cailloutis, ou en silex cassés..	65	30
Sur une route en gravier..	147	72
Sur une route en cailloutis, avec fondation en blocs............	146	20
Sur une surface de cailloutis, avec une fondation formée d'un mélange de ciment romain et de gravier.	46	20

Le tableau suivant indique les quantités de force nécessaires pour mettre en mouvement, sur des routes de pentes très variées, une diligence du poids de 18 quintaux anglais (820 kil.), déduction faite de ses voyageurs.

Taux de la rampe.	Force nécessaire à raison de 6 mil. à l'heure.	Force nécessaire à raison de 8 mil. à l'heure.	Force nécessaire à raison de 10 mil. à l'heure
	liv. angl.	liv. angl.	liv. angl.
1 sur 20......	268	296	318
1 sur 26......	213	219	225
1 sur 30......	165	196	200
1 sur 40......	160	166	172
1 sur 60......	111	120	128

303. Quand on crée un nouveau genre d'industrie, on doit faire entrer en ligne de considération le temps qui devra s'écouler avant qu'on ait pu vendre les objets qu'on veut fabriquer, et qu'on ait réalisé quelques profits par cette vente; on doit aussi examiner le temps qui se passera avant que le nouvel article ait remplacé l'objet de même nature dont on se sert actuellement. Si ce nouvel objet de fabrication est de la nature de ceux qui se détériorent par l'usage, il sera beaucoup plus facile de le mettre en vogue. Ainsi les plumes d'acier ont remplacé promptement les plumes ordinaires, et une nouvelle forme de plume qui aurait quelque nouvel avantage remplacerait aussi aisément les plumes d'acier. Au contraire, un genre nouveau de serrure, quoique sûr et économique, se répandra plus difficilement dans le public. Si cette nouvelle serrure coûte moins que

les anciennes, on l'emploiera dans les nouvelles constructions; mais bien rarement on déplacera de vieilles serrures pour l'y substituer, et fût-elle parfaitement sûre, son succès sera encore assez lent.

304. Il existe encore un autre élément que nous ne devons pas omettre dans l'examen de cette question, c'est l'opposition que peuvent élever contre la nouvelle industrie les intérêts qu'elle attaque ou qu'elle peut sembler attaquer, et l'extension probable de l'influence que peut acquérir cette opposition. Cet inconvénient n'est pas toujours prévu, ou bien on l'évalue avec trop peu de soin. Quand on pensa pour la première fois à établir des bateaux à vapeur entre Margate et Londres, les entrepreneurs de diligences qui desservaient cette route adressèrent à la chambre des communes une pétition où ils attaquaient les bateaux à vapeur comme la cause certaine de leur ruine. Le temps prouva que leur crainte était imaginaire; car en peu de temps le nombre des diligences sur la route de Margate prit un développement considérable, et ce développement fut produit, suivant toute apparence, par l'établissement même de ces bateaux à vapeur qui semblaient lui être tout-à-fait contraires, et qui augmentèrent la circulation des voyageurs au-delà de toute prévision. Aujourd'hui on a répandu la crainte que l'extension des chemins de fer et des machines à vapeur ne

laisse sans travail un grand nombre de chevaux; cette crainte est probablement aussi chimérique que celles des entrepreneurs de la route de Margate. Peut-être cet effet aura-t-il lieu sur quelques lignes particulières; mais, suivant toute probabilité, le nombre de chevaux employés par la suite au transport des voyageurs et des marchandises sur les grandes lignes de chemins de fer sera plus considérable que le nombre employé actuellement au même travail sur nos routes ordinaires.

cette faculté si répandue de combiner des machines, les exemples de belles combinaisons mécaniques soient aussi excessivement rares. Celles de ces combinaisons qui nous frappent d'étonnement par la perfection de leurs effets et la simplicité de leurs moyens doivent être classées au nombre des créations les plus heureuses du génie de l'homme.

Produire des mouvemens, même d'un genre compliqué, n'est pas une chose difficile. Il existe une foule d'inventions connues pour tous les usages les plus habituels, et si la machine dont on s'occupe n'est qu'une application d'une force ordinaire, on peut la construire tout entière sur le papier, et juger d'avance de la force convenable à donner à chacune de ses pièces, aussi bien qu'au bâti qui la porte; on peut même juger ainsi de son plus grand effet, bien avant l'exécution d'une seule des pièces qui la composent. Il est constant que toutes les inventions de détail, tous les petits perfectionnemens doivent se faire sur les dessins de la machine projetée.

320. D'un autre côté, il existe certaines particularités qui dépendent des propriétés chimiques ou physiques des matières employées, et pour lesquelles un dessin est parfaitement inutile; alors il faut nécessairement recourir à des expériences directes. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'une machine destinée à graver des lettres sur des planches de cuivre au moyen de poinçons d'acier. Tout le

mécanisme nécessaire pour mouvoir à certains instans, et mettre en contact immédiat les poinçons et la planche de cuivre, est du ressort du dessin, et la machine proprement dite peut être disposée sur le papier. Mais on peut craindre avec raison que la bavure qui se produira autour de chaque lettre par l'effet du poinçon n'empêche la lettre voisine de venir également bien; ou encore on peut craindre que cette deuxième lettre ne défigure la première, si elle en est trop voisine. Enfin, quand l'un et l'autre de ces inconvéniens n'auraient pas lieu, les bavures venues au poinçonnage pourraient nuire à la netteté des gravures tirées de la planche de cuivre. La planche elle-même, n'ayant qu'un côté couvert de caractères, pourra s'altérer dans sa forme, par suite de l'inégale condensation de ses molécules, de sorte qu'il sera très difficile d'en obtenir des épreuves correctes. Ce sont là des questions qui ne peuvent être décidées au moyen du dessin : l'expérience seule peut en donner la solution. On a donc fait des expériences à ce sujet, et l'on a trouvé qu'en tenant les côtés du poinçon bien perpendiculaires à la face de la lettre à graver, il ne se produisait qu'une bavure insensible dans le poinçonnage; qu'en gravant à une profonfondeur bien suffisante, la forme des caractères gravés, même très voisins l'un de l'autre, ne subissait pas d'altération; que les petites bavures pouvaient être enlevées facilement; et enfin que la

surface de la planche ne devenait pas gauche par la condensation du métal, et était parfaitement disposée pour le tirage, après avoir été gravée.

321. Quand les dessins sont achevés, ainsi que les expériences préliminaires, dans le cas où elles sont nécessaires, le second pas à faire est l'exécution de la machine. Ceux qui font des inventions de ce genre ne peuvent se graver trop profondément dans l'esprit cette vérité bien reconnue, que pour réussir dans un essai de machine nouvelle, et pour réussir surtout sans se jeter dans de grandes dépenses, il est très important d'exécuter des dessins parfaitement exacts de chaque partie de la machine qu'on veut construire. Avec des dessins bien détaillés, l'exécution pratique n'est plus qu'une tâche aisée, pourvu qu'on soit muni de bons outils et qu'on adopte des méthodes de fabrication telles, que la perfection de la pièce fabriquée dépende moins de l'adresse personnelle de l'ouvrier que de l'exactitude des procédés qu'il emploie.

322. Les causes de non-réussite dans cette seconde partie de l'opération proviennent généralement des erreurs faites dans la première. Pour ne pas entrer dans trop de développemens, nous dirons que ces erreurs tiennent ordinairement à ce qu'on n'a pas assez réfléchi que les métaux n'ont jamais une rigidité ni une élasticité parfaites. Ainsi un cylindre d'acier de petit diamètre ne peut être considéré comme une tige inflexible, et doit être supporté

d'espace en espace, si l'on veut qu'il remplisse la fonction d'un axe parfait. De plus, on ne peut faire trop d'attention à la force, à la rigidité du bâti qui porte la machine. On doit toujours se rappeler qu'une addition superflue de matière aux parties fixes, n'a pas le même inconvénient qu'une augmentation de poids dans les parties en mouvement, puisque, dans ce dernier cas, le moment dynamique de ces parties se trouve modifié par cette addition. La rigidité du bâti d'une machine présente un autre avantage. Les coussinets ou les supports d'un arbre de rotation, une fois placés en ligne droite, resteront toujours ainsi placés si le bâti reste rigide; tandis que s'il éprouve une altération dans sa forme, quelque légère qu'elle puisse être, la machine éprouvera de suite un frottement considérable dans ses mouvemens. Cet effet est si universellement reconnu dans les localités où sont réunies nos principales filatures, que, dans l'estimation de la force nécessaire pour faire marcher une nouvelle fabrique, on compte qu'on peut économiser 5 pour 100 sur la force de la machine quand le bâtiment est à l'épreuve du feu. Cette économie considérable tient à ce que la solidité d'un bâtiment à l'épreuve du feu prévient tout dérangement dans les coussinets des arbres ou des longues communications de mouvement que fait aller la machine, et détruit ainsi une cause énergique de frottement.

323. Il serait bien inexact de penser que l'essai d'une nouvelle combinaison mécanique peut se faire avec un assemblage de pièces grossières et imparfaites. Si l'expérience vaut la peine d'être tentée, elle doit l'être avec tous les avantages que peut offrir l'état actuel de la mécanique; car un essai imparfait peut faire rejeter une idée qui aurait semblé praticable étant mieux exécutée. Au contraire, quand une bonne exécution a assuré une fois le succès de l'idée première, il devient aisé de déterminer le degré de perfection nécessaire dans le travail, pour que la machine remplisse complètement l'effet désiré.

324. C'est par suite de cette imperfection des premiers essais, et du perfectionnement graduel de la mécanique pratique, que des inventions essayées et abandonnées à une certaine époque ont réussi parfaitement plus tard, à une époque ou l'art était plus avancé. L'idée de l'impression au moyen de caractères mobiles s'était probablement présentée aux anciens, qui savaient obtenir des impressions avec des blocs de bois ou avec des cachets. Ainsi, dans les fouilles de Pompéia et d'Herculanum, on a trouvé, parmi d'autres instrumens, des espèces de timbres formés d'une seule pièce de métal, et présentant un mot composé de plusieurs lettres. Séparer ces lettres, et les combiner ensuite de manière à former d'autres mots et à imprimer un livre, c'était

une idée naturelle et qui dut infailliblement se présenter à plusieurs personnes; mais elle dut être rejetée immédiatement par les mécaniciens les plus instruits de cette époque; car alors aucun ouvrier n'eût conçu la possibilité de fabriquer plusieurs milliers de morceaux de bois ou de métal aussi parfaitement semblables, et susceptibles d'un arrangement aussi régulier que les caractères employés dans l'imprimerie. Le principe sur lequel est fondée la presse de Bramah (la presse hydraulique) était connu cent cinquante ans avant que cette machine fût exécutée; mais en supposant que celui qui découvrit cette loi physique eût songé à ses applications, la mécanique pratique était alors dans une telle enfance, qu'il aurait dû promptement y renoncer, et qu'il n'eût pu espérer sérieusement d'appliquer ce principe à la construction d'un instrument destiné à produire un grand développement de force.

De ces considérations résulte cette conséquence, qu'au bout de longues périodes de temps qui ont perfectionné l'art de faire les machines, il est bon de reprendre les essais de méthodes proposées auparavant, et qui n'ont pas réussi, quoique fondées sur des principes raisonnables.

325. Quand les dessins ont été faits convenablement, quand la machine a été bien exécutée, quand le produit qu'elle donne possède toutes les qualités prévues, l'invention peut encore ne pas réussir,

ou, pour m'exprimer clairement, elle peut ne pas réussir commercialement parlant; ce qui arrive le plus souvent parce que le produit fabriqué coûte plus avec la nouvelle machine que par les procédés déjà connus.

326. Quand la machine nouvelle ou perfectionnée qu'on veut construire doit servir de modèle pour un nouveau système de fabrication, il faut examiner avec le plus grand soin les dépenses qu'elle entraînera, avant d'entreprendre sa construction. Cette évaluation est toujours très difficile à faire dans tous les cas; mais plus le mécanisme nouveau se complique, moins la tâche est aisée; et quand il comprend une grande complication et une grande variété de détails, cette tâche devient tout-à-fait impossible. On estime en gros que pour construire une seule machine sur un nouveau modèle, il en coûte cinq fois autant que pour la construction de la deuxième machine du même modèle, et cette évaluation est peut-être assez près de la vérité. Si la seconde machine est tout-à-fait conforme à la première, les mêmes dessins, les mêmes modèles en bois pourront servir une seconde fois; mais si le premier essai qu'on a fait suggère quelques perfectionnemens, et c'est le cas ordinaire, ces dessins et ces modèles doivent être plus ou moins modifiés. Cependant, quand on a exécuté deux ou trois machines, s'il en faut quelques autres de plus, celles-ci pourront ordinai-

rement être fabriquées à un prix moindre que le cinquième du prix de la machine primitive.

327. Inventer, dessiner, exécuter, ce sont trois parties distinctes qui ordinairement ne doivent pas être possédées dans la perfection par une seule personne; et ici, comme dans les autres arts, la division du travail peut s'appliquer avec avantage. Le meilleur avis qu'on puisse donner à tout inventeur de machine, c'est d'employer un habile dessinateur qui ait assez d'expérience dans sa profession pour lui indiquer si son invention est réellement nouvelle, et qui puisse lui faire des dessins d'exécution. Cette détermination exacte de la nouveauté réelle de l'invention est un point très important; car il existe un axiome également juste dans les sciences et dans les arts, c'est que celui qui veut arriver par de nouvelles découvertes à la fortune ou à la réputation, doit s'astreindre à examiner avec soin ce que savent ses contemporains; sans cette étude, il épuisera très probablement ses efforts à trouver de nouveau ce qui a été mieux fait avant lui, comme il finira par le savoir.

328. Cette précaution utile est néanmoins souvent négligée par des hommes très inventifs. Peut-être n'y a-t-il pas au monde de classe industrielle qui présente un plus grand charlatanisme, une ignorance plus complète des premiers principes scientifiques et de l'histoire de son art, par rapport à ses ressources et à son étendue, que la

classe des inventeurs de machines. Un homme, ébloui de la beauté de quelque invention, peut-être nouvelle en réalité, se crée ingénieur de son chef, embrasse sa nouvelle carrière, sans le moindre soupçon qu'une instruction préliminaire, un travail pénible de corps et d'esprit, sont des conditions indispensables de son succès, et commence avec autant d'assurance qu'un député ou un pair qui se jette dans la politique. Cette fausse confiance provient presque entièrement d'une évaluation inexacte de la difficulté d'inventer *en fait de machines;* et quand on voit toutes ces dupes de leur propre imagination et du préjugé populaire quitter follement des occupations plus convenables, on reconnaît combien il est important, pour eux et pour leurs familles, de les convaincre que la faculté d'inventer des combinaisons nouvelles de machines est une chose très ordinaire, et n'est nullement l'apanage exclusif des talens supérieurs. Il est encore plus important peut-être de leur persuader que ceux qui ont excellé dans ce genre ont dû tout leur mérite et tout leur succès à une seule cause, à la persévérance constante avec laquelle ils ont concentré sur des inventions heureuses l'habileté et le savoir qu'avaient mûris en eux de longues années d'études préliminaires.

CHAPITRE XXVIII.

Des circonstances convenables pour l'emploi des machines.

329. Fabriquer à bon marché, tel est le premier objet de l'emploi des machines : à cette qualité qu'elles possèdent éminemment, se lie l'extrême utilité dont elles peuvent être dans l'industrie. Partout où il est besoin de fabriquer une grande quantité d'objets tous exactement de même nature, il faut de suite faire des outils ou des machines pour mettre cette fabrication en manufacture. Supposons qu'il ne fallût que quelques paires de bas de coton dans une localité assez pauvre pour que les habitans ne pussent généralement en acheter; ce serait une dépense absurde de temps et de capital que de construire un métier à bas, quand, pour quelques sous, on acheterait quatre aiguilles avec lesquelles on pourrait les tricoter parfaitement. Mais si l'on a besoin de plusieurs milliers de paires de bas, le temps et le capital consacrés à construire un métier seront payés et au-delà par l'économie du temps nécessaire pour fabriquer ce grand nombre de bas à la manière ordinaire. Ce même raisonne-

ment s'applique également au cas où il s'agit de copier une lettre : s'il en faut seulement trois ou quatre copies, la main de l'homme, aidée de la plume, est le moyen le plus économique; mais si l'on en désire des centaines de copies, on a recours à la lithographie, et s'il en faut des centaines de mille, l'imprimerie les délivre de la manière la plus économique qu'on puisse imaginer.

330. Cependant il existe certains cas où il est nécessaire de fabriquer des machines ou des outils pour une opération unique, et où l'économie de production n'est qu'une considération secondaire dans cette fabrication. Ainsi, lorsqu'on doit exécuter quelques objets d'un genre particulier, tels que certaines pièces de machines qui exigent un soin minutieux dans leur confection ou une conformité parfaite entre elles, ces conditions sont impossibles à remplir à l'aide de la main de l'ouvrier seul, quelque habile qu'il puisse être, et il faut se fabriquer des outils particuliers pour ce travail, quoique souvent la fabrication de ces outils coûte plus que celle de l'objet qu'ils doivent servir à fabriquer.

331. Il se présente encore un autre cas où les machines sont convenablement appliquées, quoique avec un surcroît de dépense; c'est celui où la valeur de l'objet qu'on veut produire dépend pour beaucoup du temps employé à sa production : tels sont les journaux qui rapportent les discussions de la chambre des communes. Souvent ces discussions

se prolongent dans la nuit jusqu'à trois ou quatre heures, de manière à laisser très peu d'heures disponibles pour leur insertion dans la feuille qui doit paraître le matin. Il faut que chaque discours soit écrit par le sténographe, qu'il soit porté par lui au bureau du journal, à la distance d'un ou deux milles peut-être; qu'il soit transcrit en écriture ordinaire; qu'il soit composé; que l'épreuve soit corrigée; que la feuille soit imprimée et distribuée, avant que ce discours puisse être lu par le public. Quelques-uns de nos journaux sont tirés jusqu'à dix mille exemplaires. En supposant qu'on dût tirer à quatre mille seulement, et qu'on pût imprimer sur un côté cinq cents exemplaires par heure; ce qui est le nombre le plus grand que deux ouvriers, aidés d'un enfant, puissent faire avec les anciennes presses à bras, il faudrait seize heures pour le tirage complet; de sorte que les nouvelles seraient déjà vieilles avant d'arriver aux abonnés qui seraient servis les derniers. Pour remédier à cet inconvénient, il fallait souvent doubler ou même tripler la composition; mais aujourd'hui, telle est la perfection de nos machines à imprimer, qu'on imprime d'un côté quatre mille feuilles à l'heure.

332. L'imprimerie du *Times* est une véritable manufacture qui offre un exemple admirable de la division du travail et de l'organisation intérieure d'une grande fabrique. Les milliers de personnes qui lisent ce journal dans toutes les

parties du globe pourraient difficilement s'imaginer le spectacle d'ordre et d'activité que présente cette manufacture pendant la nuit entière, et la quantité de talent et d'adresse mécanique qui est mise en action pour leur instruction et leur amusement (1). Près de cent per-

(1) L'auteur a eu dernièrement l'occasion de visiter cette fabrique intéressante, avec un de ses amis, à minuit, et pendant qu'une discussion très importante s'agitait à la chambre des communes. Tout le local était éclairé au gaz, et l'on y voyait clair comme en plein jour. Aucun bruit étranger ne s'y faisait entendre, et notre visite fut reçue avec une attention si calme et si polie, que ce fut seulement après nous être retirés que nous sentîmes l'inconvénient de semblables visites au moment du *coup de feu,* et alors seulement aussi nous pûmes concevoir que cette tranquillité admirable était le résultat d'une occupation régulière et profonde. Pour indiquer l'effet nuisible de toute interruption dans le courant du travail, il suffira de rappeler que quatre mille feuilles sont imprimées par heure sur un côté, et que chaque minute perdue empêche le tirage de soixante-six feuilles. Ainsi le quart d'heure de suspension qu'un étranger peut trouver raisonnable de réclamer pour gratifier sa curiosité, ce quart d'heure, qui n'est pour lui qu'un instant, peut empêcher le tirage d'un millier d'exemplaires, et tromper de la manière la plus désagréable l'attente d'un millier d'abonnés de plusieurs villes éloignées, qui doivent recevoir chaque jour leurs numéros, expédiés de Londres par les départs du matin et les messageries les plus rapides.

En ajoutant cette note, j'ai voulu indiquer en général

sonnes y sont employées, et, pendant la session du parlement, douze sténographes au moins sont attachés constamment à la chambre des communes et à celle des lords; chacun d'eux à son tour, après une heure environ de travail, se retirant pour transcrire en écriture ordinaire le discours qu'il a entendu et sténographié. Pendant la séance cinquante compositeurs sont constamment à l'ouvrage; de sorte que le commencement du discours d'un orateur se trouve déjà composé en partie, ou entre les mains d'un compositeur, tandis que le milieu voyage de la chambre au bureau du journal dans la poche du sténographe empressé, et que la péroraison, dans ce même instant, peut-être excite les applaudissemens des auditeurs, et fait vibrer les murs de Saint-Stephen. Les caractères disposés par les divers compositeurs passent

---

aux curieux, et surtout aux étrangers, qui veulent visiter nos grandes fabriques, la principale cause des difficultés qui s'opposent souvent à leur introduction dans l'intérieur de ces fabriques. Quand un établissement est considérable, quand les divers détails en sont habilement organisés, l'entrée est interdite aux curieux, non par un effet de jalousie ou par un désir vague et souvent absurde de tenir cachés les procédés de fabrication, mais par suite de l'inconvénient réel et de la perte de temps qui résulteraient d'interruptions même très courtes et accidentelles au milieu de l'enchaînement d'opérations parfaitement combinées. (A.)

immédiatement dans d'autres mains, jusqu'à ce que les fragmens détachés de la discussion, réunis au reste des matières et formant alors quarante-huit colonnes, reparaissent en ordre sur la plate-forme de la presse à imprimer. Alors la main de l'homme devient un agent trop lent pour satisfaire aux demandes de la curiosité de ce même homme; la force de la vapeur vient à son secours. Un mécanisme admirable encre rapidement les caractères : quatre aides-imprimeurs présentent successivement le bord de larges feuilles de papier blanc à la ligne de jonction de deux grands cylindres, qui semblent les dévorer avec un appétit insatiable; d'autres cylindres les portent aux caractères encrés, mettent successivement leurs deux côtés en contact avec les caractères, et délivrent de suite aux quatre aides les feuilles complètement imprimées par cet attouchement instantané. De cette manière, en une heure on imprime d'un côté quatre mille feuilles; et le tirage de douze mille exemplaires qui contiennent chacun plus de trois cent mille caractères, est livré au public en moins de six heures.

333. L'application des machines à l'impression des publications périodiques de toute nature permet d'introduire dans leur distribution une économie d'une haute importance pour la propagation des lumières, et les procédés qui sont la base de cette économie de production méritent un examen attentif.

Nous prendrons pour exemple le *Chamber's Journal,* qui se publie à Édimbourg, et dont chaque numéro coûte trois demi-pence (trois sous) (1). Dès que ce journal parut, en 1832, le nombre des abonnés en Écosse monta à trente mille, et on le réimprima pour fournir aux demandes de Londres; mais les frais d'une nouvelle composition absorbèrent les profits de cette réimpression, et l'on était près de renoncer à l'édition de Londres, lorsque le propriétaire du journal imagina de le stéréotyper à Édimbourg, et de fondre deux séries de planches semblables. Cette opération se fait maintenant près de trois semaines avant l'époque où le journal doit paraître : on envoie par la malle une des séries de planches stéréotypes à Londres, où le tirage s'exécute à la presse à vapeur, et l'agent de Londres se trouve avoir le temps nécessaire pour expédier ses envois aux grandes villes par les moyens les plus économiques, et faire partir le reste dans les paquets de chaque libraire pour les villes de seconde classe. De cette manière on économise le déboursé d'un capital considérable, et de Londres, comme d'un centre, partent vingt mille exemplaires destinés à toutes les parties de l'Angleterre. Il n'existe de plus aucune erreur dans la composition, ni aucune perte provenant d'un

(1) Ce journal est analogue à celui qui se publie à Paris sous le titre de *Magasin pittoresque*. (T.)

tirage trop étendu pour le nombre des demandes.

334. Dans le transport des lettres, l'économie du temps est d'une telle importance, qu'elle pourrait justifier une dépense considérable consacrée à l'établissement de nouvelles machines destinées à accélérer ce service. La vitesse du cheval a une limite naturelle que ne peuvent dépasser tous les perfectionnemens possibles dans l'amélioration des races, et cette limite, nous n'en sommes peut-être pas très éloignés aujourd'hui dans l'état parfait de nos routes. Si l'on réfléchit à la dépense énorme de temps et d'argent qu'exigent ordinairement les derniers perfectionnemens d'une théorie ou d'un art quelconque, on pourra supposer avec raison que l'époque est arrivée où l'on doit essayer d'appliquer des considérations mécaniques au sujet dont nous venons de parler.

335. La caisse aux lettres, expédiée chaque soir par la malle à l'une de nos plus grandes villes, à Bristol par exemple, pèse ordinairement un peu moins de cent livres. La première réflexion qui se présente de suite à l'esprit, c'est que pour transporter ces lettres à cent vingt milles (192 kilomètres), on met en mouvement et l'on entraîne sur toute cette distance une voiture et un appareil qui pèsent environ trois mille livres (1).

(1) Il est vrai que le transport des lettres n'est pas le

En examinant les conditions principales du problème, on voit de suite qu'il faut réduire, autant que possible, la quantité de matière qui doit voyager avec les lettres, et qu'il faut réduire aussi la vitesse du moteur dont on emploiera la force; car pour un cheval, par exemple, plus sa course est rapide et moins il peut porter. Plusieurs inventions pourraient être imaginées pour résoudre ce problème : j'en citerai une qui n'est pas sans doute à l'abri des objections, mais qui remplit complètement quelques-unes des conditions principales posées plus haut. Ce n'est pas d'ailleurs une idée purement théorique : car elle a donné lieu à quelques expériences, faites, il est vrai, sur une échelle extrêmement petite.

336. Supposons qu'on élève entre les deux villes extrêmes une suite de hautes colonnes éloignées seulement d'une centaine de pieds l'une de l'autre, et disposées autant que possible en ligne droite; supposons qu'on étende sur des supports fixés sur chaque colonne, un fil de fer ou d'acier d'une certaine épaisseur, d'une longueur de trois ou quatre mille anglais (5 à 6 kilomètres), comme il semblera le plus convenable, et arrêté à ses extrémités dans

---

seul objet de cet appareil ; mais le transport des voyageurs, qui est d'un intérêt secondaire, limite en réalité la vitesse du transport des lettres, qui est ici cependant l'objet principal. (A.)

un fort support qui le tiendra tendu. A chacun des points semblables, de trois milles en trois milles, sera un homme dans une petite barraque. Une double boîte cylindrique de fer-blanc, contenant les lettres, sera suspendue à deux roues roulant sur ce fil de fer, et disposées de manière à pouvoir passer sans gêne sur les supports intermédiaires. Enfin, un autre fil de fer sans fin, d'un diamètre beaucoup plus petit, passera sur deux tambours placés à chaque extrémité du relai, et sera supporté sur des rouleaux fixés aux supports du premier fil, à une petite distance au-dessous de celui-ci. D'après cette disposition, on voit que le gros fil de fer sera toujours accompagné, sur toute sa longueur, de deux longueurs de petit fil, et que le surveillant de chaque station, en tournant son tambour, pourra faire marcher ces deux longueurs avec une grande vitesse, et dans un sens opposé l'une à l'autre. Pour effectuer le transport de la boîte à lettres, il suffira de l'attacher par un ressort ou par un crochet à l'une ou l'autre des branches du fil conducteur; de cette manière, elle arrivera rapidement à la station voisine, où elle sera détachée par le deuxième surveillant, attachée par lui au commencement du fil suivant, et ainsi transmise à la troisième station. Il n'est pas nécessaire d'entrer dans tous les détails d'exécution de ce projet ou de tout autre analogue : il présente des difficultés évidentes; mais si elles étaient surmontées, un tel système aurait encore

d'autres avantages, outre celui de la rapidité. Avec un surveillant à chaque station, il en coûterait peu pour délivrer les lettres deux ou trois fois par jour, et même pour expédier des dépêches à chaque instant. Il ne serait pas impossible que ce système de fil de fer servît comme ligne télégraphique, et fût même un moyen plus rapide de communication (1).

Peut-être, à Londres, pourrait-on se servir des clochers des églises, en les réunissant par plusieurs stations intermédiaires au sommet d'un édifice central, comme Saint-Paul par exemple. En plaçant un appareil sur le sommet de chaque clocher, et un homme pour le faire agir pendant le jour, on pourrait diminuer les frais de la petite poste, et délivrer les lettres chaque demi-heure dans presque tous les quartiers de la ville.

337. Mais toutes les inventions semblables pour augmenter la vitesse le cèdent complètement aux effets prodigieux de la vapeur, dont l'utilité immense, surtout pour les transports très rapides, commence à être généralement reconnue. Les avantages de ce nouveau moteur sont exposés avec

---

(1) Il est très douteux qu'un essai semblable pût avoir un résultat utile. L'effort nécessaire pour la manœuvre des fils de fer, le temps perdu à chaque station, les accidens, nuiraient singulièrement à la rapidité du service. (T.)

beaucoup de netteté dans le passage suivant, extrait du rapport du comité de la chambre des communes sur les voitures à vapeur.

« Un des avantages principaux de la vapeur, c'est qu'elle peut s'employer avec une égale économie à un degré de vitesse plus ou moins sensible. En cela surtout elle est supérieure aux chevaux, dont le travail devient de plus en plus coûteux à mesure que leur vitesse est augmentée : car la puissance de tirage d'un cheval diminue même plus rapidement que ne croît la vitesse de sa marche. Il existe donc maintes raisons de croire que le transport des voyageurs par la vapeur finira par surpasser la vitesse extrême qu'on peut obtenir avec des chevaux; qu'en un mot, la sûreté des voyageurs sera la seule limite de la vitesse qu'on pourra obtenir par la vapeur.

» Ainsi, sans augmentation de dépense, nous pouvons obtenir une force qui nous assure, pour nos communications intérieures, une rapidité bien supérieure à celle des chevaux attelés, et quoique les essais de voitures à vapeur, faits jusqu'à ce jour sur les routes ordinaires, ne dépassent pas la vitesse des chevaux, cependant, d'après ce fait bien constaté, qu'à un degré égal de vitesse on peut employer la vapeur plus économiquement que les chevaux pour un effort de traction, nous pouvons prévoir hardiment que le progrès de l'expérience journalière amenera bientôt dans la conduite de

ces machines plus d'adresse, plus de confiance, plus de rapidité.

» Pendant quelque temps l'économie dans le transport ne sera qu'une considération secondaire; et puisqu'à présent l'emploi de la vapeur sur les routes ordinaires est aussi économique que l'emploi des chevaux, la lutte avec les anciens moyens de transport portera d'abord sur la rapidité seule. Une fois que la supériorité de la vitesse des voitures à vapeur sera bien complètement reconnue, la concurrence amenera l'économie dans les moyens de les manœuvrer. Déjà les documens fournis par M. Macneill montrent que sur les chemins de fer les machines locomotives ont perfectionné la rapidité de leur marche avec une diminution sensible dans le combustible, et l'on ne peut douter que l'expérience indiquera bientôt pour ces machines en général un mode meilleur de construction et un mode moins coûteux de produire la quantité voulue de vapeur.

» Il serait inexact de penser que l'avantage de ce nouveau moteur se bornât à obtenir une vitesse ou une économie supérieures à celles du transport par les chevaux. Avec ceux-ci, le danger d'une grande vitesse croît dans une proportion plus rapide encore que la dépense. Avec la vapeur, il n'existe aucun danger d'être emporté comme on peut l'être par des chevaux effrayés; et il est presque impossible de verser. C'est une chose difficile que de

gouverner quatre chevaux capables de mener une voiture à raison de 10 milles à l'heure, et de retenir ces animaux une fois excités, s'ils s'effraient, s'ils s'emportent en descendant les côtes, ou aux tournans rapides de la route. Avec la vapeur, le danger est comparativement bien moindre, puisque la machine est toujours facile à gouverner, et qu'on peut donner la vapeur à rebours en descendant les côtes. Toutes les personnes examinées ont décrit de la manière la plus satisfaisante la facilité complète qu'a le machiniste pour gouverner sa machine. Le plus petit mouvement suffit pour l'arrêter ou la faire marcher en sens inverse, dans des circonstances où il est impossible de diriger des chevaux. »

338. Je citerai encore un autre exemple, assez rare il est vrai, où l'objet proposé est assez important pour admettre, sans aucun doute, une dépense considérable. Ce serait une chose inappréciable, dans plusieurs circonstances, que la facilité de disposer d'une embarcation qui pût contenir des hommes et naviguer un peu au-dessous de la surface de la mer. Une embarcation semblable ne pourrait évidemment avoir pour moteur une machine à feu; mais si l'on pouvait condenser l'air jusqu'à le rendre liquide, et le porter réduit à cet état, on obtiendrait une force motrice suffisante pour faire parcourir au

petit bâtiment un espace considérable; et la dépense qu'entraînerait cette condensation de l'air, quelle qu'elle pût être, n'empêcherait pas l'emploi de ce nouveau navire dans certaines occasions très importantes (1).

339. *Plan incliné d'Alpnach.* — Dans les forêts qui couvrent les flancs des hautes montagnes de la Suisse on trouve des bois de la plus belle qualité dans des positions tout-à-fait inaccessibles. Quand il serait possible de construire des routes pour y arriver, la dépense de cette construction détournerait les habitans des alentours de chercher à tirer aucun parti de ces dépôts inépuisables de la nature. Mais, placés comme ils le sont, à une hauteur considérable au-dessus du point où leur emploi peut être utile, ils se trouvent précisément dans des circonstances convenables pour des applications de mécanique qui utilisent la force de la gravité, et l'emploient à soulager l'homme d'une partie de son travail. Les plans inclinés qui ont été établis dans diverses forêts, et qui guident le bois dans sa descente jusqu'aux cours d'eau, ont dû exciter l'admiration de tous les voyageurs. Non seulement ils ont le mérite de la simplicité, ils ont encore celui de l'économie, étant construits en entier

(1) On trouve dans l'*Encyclopédie métropolitaine*, à l'article de la *cloche à plongeur*, le projet d'un bâtiment semblable et la description de sa construction.

avec les matériaux qui se trouvent sur le lieu même.

Entre tous ces chefs-d'œuvre de charpente, le plan incliné d'Alpnach était le plus remarquable et par son étendue et par la position inaccessible des hauteurs où il prenait naissance. Voici la description de cet immense travail, extraite des Annales de Gilbert 1819, et traduite dans le second volume du journal de Brewster.

Pendant long-temps les flancs sauvages et les profondes gorges du mont Pilat restèrent couverts de forêts impénétrables qui croissaient et périssaient sans la moindre utilité pour l'homme, quand un étranger, conduit dans ces retraites sauvages par le désir de chasser le chamois, fut étonné de cet abandon, et attira l'attention de plusieurs propriétaires suisses sur ces bois si étendus et d'une qualité si supérieure. Mais les plus intelligens et les plus habiles reculèrent devant la difficulté, et renoncèrent à l'idée de tirer parti de ces richesses inaccessibles. Ce fut seulement en novembre 1816 que M. Rupp et trois propriétaires suisses, plus hardis dans leurs espérances, achetèrent de la commune d'Alpnach une certaine étendue de ces forêts pour 36000 fr., et commencèrent la construction du plan incliné, qui fut achevé au printemps de 1818.

Le plan incliné d'Alpnach est formé entièrement de vingt-cinq mille grands pins dépouillés de leur écorce, et assemblés d'une manière très ingénieuse,

sans aucun emploi de fer. Cent soixante ouvriers environ y travaillèrent dix-huit mois, et il coûta à peu près 100000 fr. Il a trois lieues de long, et aboutit au lac de Lucerne. Il présente la forme d'une caisse à deux pans, de six pieds de large sur trois à six pieds de profondeur. Le fond est composé de trois arbres : celui du milieu porte une rainure pratiquée dans le sens de sa longueur et destinée à recevoir de petits filets d'eau qui sont amenés de différens points, pour diminuer l'effet du frottement. L'ensemble du plan incliné est soutenu sur deux mille supports; et à certains endroits il est attaché de la manière la plus ingénieuse à des blocs escarpés de granite. Sa direction est quelquefois en ligne droite : elle fait aussi quelques zigzags; sa pente varie de 18 à 10 degrés. Souvent il est jeté sur les côtés de petits monticules ou sur les flancs de rochers abruptes; quelquefois il passe sur leur sommet. Une fois il passe sous terre, et plus loin il est suspendu sur des gorges profondes par des échafaudages de cent vingt pieds de haut.

La hardiesse de cet ouvrage, ainsi que la disposition ingénieuse et savante de toutes ses parties, ont excité l'admiration de tous ceux qui ont pu le voir. Avant de commencer les travaux, il fallut couper plusieurs milliers d'arbres pour frayer un passage dans ces fourrés impénétrables. A mesure que les ouvriers avançaient, des hommes

étaient postés de distance en distance pour leur indiquer le chemin à leur retour, et pour découvrir dans les ravins les points où ont été établis depuis les piliers de bois qui portaient le plan incliné. M. Rupp lui-même fut obligé plus d'une fois de se suspendre à des cordes pour descendre dans des précipices de quelques centaines de pieds; et dans les premiers mois de son entreprise il fut surpris d'une fièvre violente qui l'empêcha de surveiller ses ouvriers; mais rien ne put diminuer son infatigable persévérance. Chaque jour il se faisait porter sur un brancard jusqu'à la montagne, pour diriger le travail, ce qui était absolument nécessaire, puisqu'il comptait à peine deux bons charpentiers parmi ses ouvriers; le reste ayant été ramassé au hasard, et n'ayant aucune des connaissances nécessaires pour l'exécution d'une entreprise aussi gigantesque. De plus, M. Rupp eut à combattre les préjugés des paysans, qui le croyaient en relation avec le diable, l'accusaient d'hérésie, et se faisaient un jeu de mettre toute espèce d'obstacles à son entreprise, qu'ils regardaient comme absurde et impraticable. Néanmoins toutes ces difficultés furent vaincues, et, à la fin, M. Rupp eut la satisfaction de voir les arbres descendre de la montagne avec la rapidité de l'éclair. Les plus grands pins, qui avaient 100 pieds de long et 10 pouces d'épaisseur à leur petit bout, parcouraient cet espace de trois lieues en deux minutes et

demie, et semblaient, dans leur trajet, n'avoir que quelques pieds de long. Cette opération était disposée de la manière la plus simple. Depuis le bas du plan incliné jusqu'au sommet d'où les arbres étaient lancés, des ouvriers étaient postés à des distances régulières; et, dès que tout était prêt, l'ouvrier le plus bas criait à celui immédiatement au-dessus : *Lâchez!* Ce cri se répétait de station en station, et arrivait au sommet du plan incliné en trois minutes. Alors les ouvriers placés au sommet criaient à l'ouvrier posté immédiatement au-dessous d'eux : *Il vient!* et de suite l'arbre était lancé, précédé par le cri répété de poste en poste. Dès que l'arbre était arrivé au bas et avait plongé dans le lac, on répétait le cri de *lâchez* comme auparavant, et un autre arbre était lancé de la même manière. Par ce moyen, un arbre descendait toutes les cinq ou six minutes, pourvu qu'il n'arrivât pas d'accident dans la charpente du plan incliné; ce qui arrivait assez souvent, il est vrai; mais les réparations étaient exécutées à l'instant même.

Pour montrer l'extrême force que les arbres acquéraient par la rapidité de leur descente, M. Rupp s'arrangea pour en faire sauter quelques-uns hors du plan incliné : ils entrèrent par leur extrémité la plus forte jusqu'à 18 et même 24 pieds en terre; et un de ces arbres ayant par hasard frappé contre un autre, celui-ci fut fendu du haut en bas, comme s'il avait été frappé par la foudre.

Quand les arbres étaient au bas du plan incliné, ils étaient réunis en radeaux sur le lac et conduits à Lucerne; de là ils descendaient la Reuss, puis l'Aar jusqu'à Brugg; ensuite ils arrivaient par le Rhin à Waldshut ou à Bâle, et ils allaient jusqu'à la mer, si on le jugeait convenable.

Pour ne perdre aucune partie de ses bois, M. Rupp établit dans ses forêts de grandes charbonnières. Il éleva des hangars pour abriter le charbon ainsi fabriqué, et fit construire des tonneaux pour y mettre ce charbon et le porter dans les villes. Dans l'hiver, quand le plan était couvert de neige, ces tonneaux descendaient sur des espèces de traîneaux. Le bois qui n'était pas propre à être carbonisé était mis en tas et brûlé; les cendres étaient recueillies et expédiées également pendant l'hiver.

Quelques jours avant que l'auteur de cette description ne visitât le plan incliné, un inspecteur de constructions navales était venu sur les lieux pour examiner la qualité du bois : il déclara qu'il n'avait jamais vu de bois aussi beau, aussi fort, et d'une pareille dimension. Il passa de suite un marché très avantageux pour un millier d'arbres.

Telle est la description d'un ouvrage entrepris et exécuté par un seul individu, et qui a excité un vif intérêt dans toute l'Europe. Nous ajoutons avec regret que cet édifice magnifique n'existe plus, et qu'on en voit aujourd'hui à peine une trace

sur les flancs déserts du mont Pilat. Des circonstances politiques diminuèrent la source principale de demandes qui avait fait naître cette exploitation, et comme on ne trouva pas de débouché facile pour la vente, on dut cesser l'abattage et le transport des bois (1).

Le professeur Playfair, qui a vu cette construction surprenante, rapporte qu'il fallait ordinairement six minutes pour la descente d'un arbre; mais qu'en temps humide il arrivait au lac en trois minutes.

---

(1) Aux mines de Bolanos dans le Mexique, un plan incliné semblable à celui d'Alpnach conduit le bois des montagnes voisines jusqu'à la mine même. Le constructeur de cet ouvrage, M. Floresi, connaissait la Suisse et les chefs-d'œuvre de charpente qu'elle renferme. (A.)

CHAPITRE XXIX.

De la durée des Machines.

340. Le temps pendant lequel une machine reste en état d'effectuer son travail d'une manière continue, dépend surtout de la perfection de sa construction primitive, du soin que l'on prend de l'entretenir en bon état et de corriger tous les petits chocs, les petits jeux que l'on remarque dans le mouvement des axes de rotation; enfin, de la masse et de la vitesse des parties en mouvement. Tout ce qui ressemble à un coup, tout changement brusque de mouvement, est directement contraire à la durée des machines. Celles qui produisent de la force, telles que les moulins à vent, les moulins à eau, les machines à vapeur, durent ordinairement assez long-temps (1).

341. Les principaux perfectionnemens qui se sont introduits dans les machines à vapeur se rapportent à la construction de la chaudière ou du foyer. Le tableau suivant présente le travail des

(1) On évalue généralement la rente que doit payer une machine à vapeur employée comme force motrice, à 10 pour 100 de son prix d'achat. (A.)



machines à vapeur du comté de Cornouailles pendant plusieurs années; il indique les pas faits successivement dans l'art de construire et de diriger ces machines, et démontre l'importance de mesurer continuellement les effets généraux des agens mécaniques.

Tableau du travail exécuté par les machines à vapeur dans le comté de Cornouailles, où l'on voit le travail moyen de la totalité de ces machines, et celui des meilleures d'entre elles, relevé d'après les rapports mensuels de chaque année.

Aonées.	Nombre de machines.	Travail moyen de toutes les machines.	Travail moyen des meilleures machioes.
1813	24	19 456 000	26 400 000
1814	29	20 534 232	32 000 000
1815	35	20 526 160	28 700 000
1816	32	22 907 110	32 400 000
1817	31	26 502 259	41 600 000
1818	32	25 433 783	39 300 000
1819	37	26 252 620	40 000 000
1820	37	28 736 398	41 300 000
1821	39	28 223 382	42 800 000
1822	45	28 887 216	42 500 000
1823	45	28 156 162	41 122 000
1824	45	28 326 140	43 500 000
1825	50	32 000 741	45 400 000
1826	48	30 486 630	45 200 000
1827	47	32 100 000	59 700 000
1828	54	37 100 000	76 763 000
1829	52	41 220 000	
1830	55	44 350 000	
1831 (1)	55	44 700 000	

(1) Ces cinquante-cinq machines consommaient moyennement, en 1831, 81,867 boisseaux de coke par mois, ce qui fait 1,488 boisseaux par machine.

342. Tel a été l'avantage de ces tableaux du travail des machines à vapeur, que les propriétaires d'une des mines les plus importantes, où plusieurs machines étaient établies, ont trouvé une économie sensible à employer un homme spécial pour dresser un relevé journalier de leur travail. Ce rapport est remis à une certaine heure, chaque jour, et les machinistes sont toujours impatiens de connaître la note remise sur l'état de la machine qu'ils dirigent. Comme les rapports généraux ne se font que tous les mois, il arriverait, si cette note de l'état de chaque machine n'était pas dressée chaque jour, qu'un tuyau d'une chaudière pourrait s'engorger par accident, et que l'on continuerait à faire marcher la machine pendant deux ou trois semaines avant que la diminution de son travail devînt assez sensible pour faire reconnaître la cause de cette diminution. Dans quelques mines on assigne à chaque machine une certaine quantité de travail qu'elle doit exécuter, et si elle passe cette limite, l'excédant vaut une récompense aux machinistes. Cette récompense est un puissant stimulant pour exciter leur activité.

343. Les machines destinées à produire des objets d'un usage très répandu parviennent rarement à s'user, dans l'état progressif de notre industrie. Bien avant qu'elles n'arrivent à ce point, elles sont remplacées par de nouvelles inventions plus

parfaites, qui exécutent le même travail ou mieux ou plus vite. En général, dans le calcul de l'avantage d'une nouvelle machine, il faut supposer qu'elle devra s'être payée elle-même dans l'espace de cinq ans, et que, dans dix ans, elle sera remplacée par une machine supérieure. « Si un fabricant de coton avait quitté Manchester il y a sept ans, et qu'il revînt dans cette ville aujourd'hui, ne connaissant que les procédés pratiqués à l'époque de son départ, il ne pourrait soutenir la concurrence avec ses confrères, qui, étant restés toujours dans cette ville, ont profité de tous les perfectionnemens divers introduits dans la fabrication pendant cette durée de sept ans. » Cette assertion, qui donne une idée des progrès rapides de nos filatures, a été avancée par un fabricant de Manchester devant une commission de la chambre des communes.

344. Les nouveaux perfectionnemens mécaniques accroissent accidentellement la production par une cause qui peut s'expliquer comme il suit. Un fabricant qui fait un bénéfice ordinaire avec son capital placé en métiers ou autres machines en bon état, et qui lui coûtent une centaine de livres sterling (2500 fr.), découvre un nouveau perfectionnement de telle nature qu'il ne peut s'adapter à ses machines actuelles. Par un calcul, ce fabricant trouve qu'au prix auquel il vend ses produits, chaque nouvelle machine paiera

dans trois ans le prix de sa fabrication, avec l'intérêt ordinaire du capital. L'expérience qu'il a de son commerce lui apprend aussi que son perfectionnement ne sera pas adopté généralement par ses confrères avant ces trois ans : de là résulte qu'il a intérêt à vendre ses machines actuelles, même à perte, et à en construire de nouvelles conformes à sa découverte. Celui qui achète ces vieilles machines pour 50 livres sterling (1250 fr.), se trouve avoir un capital d'établissement aussi considérable que le vendeur, et en produisant autant que lui avec les vieilles machines, il gagnera plus que l'autre ne gagnait. De là viendra une baisse dans le prix de l'objet fabriqué, par suite de l'économie introduite dans la fabrication par les nouvelles machines, et du travail plus avantageux des vieilles machines achetées avec un rabais. Toutefois ce changement du prix de vente ne sera que passager; car, au bout d'un certain temps, les vieilles machines, même bien entretenues, deviendront hors d'état de servir. Ainsi, depuis quelques années, des perfectionnemens si importans et si nombreux se sont introduits dans la fabrication des tulles, qu'une machine bien entretenue, qui avait coûté dans l'origine 1200 livres sterling (30 000 fr.), se vendait quelques années après 60 livres sterling (1500 fr.). Dans le moment où cette industrie excitait vivement les spéculateurs, les perfectionnemens se succédaient avec tant de rapidité,

que des machines sont restées non achevées dans les mains de leurs constructeurs, devancés qu'ils étaient par des inventions plus heureuses pour atteindre le même but.

345. Les montres ordinaires durent fort longtemps quand elles sont bien faites. Le comité de la chambre des communes nommé pour examiner l'horlogerie, s'en vit présenter une qui avait été faite en 1660, et qui avait une marche régulière. La compagnie des horlogers en a d'autres qui sont de même d'une date très ancienne et qui marchent encore actuellement. En 1798 le nombre de montres fabriquées pour la vente intérieure était de cinquante mille environ par année. Si toutes ces montres se vendaient dans l'Angleterre seule, elles étaient réparties entre dix millions et demi de consommateurs.

346. Dans certains genres d'industrie on loue des machines moyennant une certaine somme que l'on paie à leur propriétaire, et qui en constitue la rente; il en est ainsi dans la fabrication des bas. M. Henson, en indiquant le prix payé ordinairement pour se servir d'un métier à bas, déclare que la rente payée au propriétaire lui donne non-seulement un fort intérêt de son capital primitif, mais lui rembourse même ce capital au bout de neuf ans. Cette rente toutefois n'est pas exorbitante, si l'on considère la rapidité avec laquelle les perfectionnemens se succèdent. Quelques métiers à bas ainsi loués ont

travaillé treize ans, avec peu ou point de réparations; mais souvent certaines circonstances accidentelles les mettent hors de service pour un temps ou pour toujours. Il y a quelques années, il s'est introduit dans le commerce un article nouveau qui a diminué de beaucoup le prix des métiers à bas. D'après les réponses de M. Rawson, on voit que, par le changement introduit dans la fabrication, un métier a pu faire le travail de deux; de sorte que beaucoup de métiers furent sans emploi, et leur valeur se trouva réduite des trois quarts (1).

Ce document est d'une grande importance s'il présente des nombres exacts, et si d'autres causes n'ont pas contribué à la baisse du prix de ces métiers; car il montre la liaison numérique qui existe entre l'accroissement de la fabrication de ces sortes de machines et la diminution de leur valeur.

347. Il est de la plus haute importance pour les maîtres et les ouvriers que leurs conventions mutuelles soient simplifiées, et qu'ils discutent ensemble, sans passion, l'influence de tout règlement proposé. Sans cette précaution, ils tombent dans de graves erreurs, également funestes aux uns et aux autres, comme il arriva en 1811 dans l'industrie des tulles. L'histoire de cette crise commerciale est si bien décrite dans

---

(1) Rapport du comité de la chambre des communes sur la pétition des fabricans de bas, avril 1819. (A.)



l'*evidence* de M. Allen, l'un des fabricans de bas les plus intéressés à la pétition présentée à la chambre des communes, que j'en ai extrait le passage suivant, qui satisfera complètement mes lecteurs.

« Je demande à dire quelques mots sur les loyers » des métiers. Jusqu'en 1805 on payait pour cha- » que métier à tulle un loyer de 1 shilling 6 de- » niers (1 fr. 75 c.) par semaine : jusque là au- » cun individu étranger à cette partie n'était » tenté d'acheter des métiers pour les louer. » Mais, à cette époque, une ou deux maisons fi- » rent une tentative pour réduire les prix payés » aux ouvriers, par suite d'une lutte entre elles » et une autre maison considérable. Comme il » existait peu de différence entre les prix des » différentes maisons, je fus choisi par les ouvriers » pour essayer de conjurer l'orage. Nous consul- » tâmes séparément les deux parties et nous les » trouvâmes inflexibles : les deux maisons déter- » minées à réduire le prix du travail dirent qu'elles » voulaient ou réduire le prix du travail ou aug- » menter le loyer des métiers. Entre ces deux pro- » positions il y avait une grande différence pour » les ouvriers ; ils devaient moins souffrir immé- » diatement dans leur travail en profitant du cré- » dit qu'on leur accordait pour le paiement du » loyer du métier, qu'en consentant à une réduction » dans le prix de ce même travail. Ils acceptèrent

» donc alors la proposition qui leur semblait la » moins désavantageuse; mais malheureusement » le résultat trompa complètement leurs prévi- » sions. Dès que le loyer des métiers se paya à rai- » son de tant pour cent de leur prix de fabrica- » tion, cette circonstance engagea différens petits » capitalistes à placer leur argent en achat de » métiers; ils les mirent entre les mains d'ou- » vriers qui travaillèrent pour eux dans les ma- » gasins, et qui, étant généralement obligés de » payer un prix de location très élevé, furent » amenés en réalité à acheter des propriétaires du » métier leur viande de boucherie, leur sel, leur » poivre, et même leurs habits. De tout cela résulta » un encombrement de ces métiers qui pesa tout » entier sur les ouvriers, parce qu'à chaque ra- » lentissement qu'éprouvait la fabrication, ils » étaient obligés de travailler pour *rien*, par la » crainte d'être poursuivis par le propriétaire du » métier. Le mal s'accrut ainsi de jour en jour, » jusqu'à ce que d'autres maux accessoires s'y » étant joints, l'industrie des tulles a été réduite » au néant. »

348. Ce défaut d'une juste appréciation de la valeur relative de l'instrument employé, ou du travail exécuté pour un objet quelconque de fabrication, ce manque de conventions parfaitement nettes, simples et définies, entre le maître et l'ouvrier, entraînent les plus graves inconvéniens. Les

ouvriers ont beaucoup de difficulté à prévoir exactement le produit probable de leur travail, et souvent les deux parties en viennent à conclure des arrangemens qu'elles rejetteraient toutes deux avec un examen plus attentif, comme offrant un résultat trop incertain pour leurs intérêts bien entendus.

349. A Birmingham on loue communément toute espèce de presses, de coins, de poinçons: en général, ces objets sont faits par des individus possesseurs d'un petit capital, et livrés à des ouvriers, à raison d'une rente annuelle. Dans cette même ville on loue aussi de la force : des machines à vapeur sont placées dans de grands bâtimens composés de diverses séparations, où chacun peut s'établir en louant une force d'un, de deux ou plusieurs chevaux, suivant son genre d'industrie. Si l'on pouvait découvrir un moyen de transmettre la force à des distances considérables, sans que les frottemens en absorbassent une grande quantité, et qu'on pût en même temps noter d'une manière facile la quantité employée à chaque point différent, une révolution importante se manifesterait dans bien des parties de notre système manufacturier. On établirait à certains points de nos grandes villes quelques machines qui deviendraient des centres de production de force; chaque ouvrier louerait la quantité de force qui lui serait nécessaire, et qui lui serait transmise dans son habita-

tion ; de sorte qu'en certains cas, si on le trouvait convenable, on reviendrait du système des grandes manufactures au système de la fabrication à domicile.

350. On pourrait transmettre ainsi et distribuer de la force au moyen d'un système de tuyaux remplis d'eau ; mais une portion considérable de la quantité transmise se trouverait alors absorbée par le frottement. Un autre moyen a été employé en différentes circonstances ; il est même pratiqué à la Monnaie. Il consiste à faire le vide, au moyen d'une machine à vapeur, dans un grand réservoir qui communique par des tuyaux à une série de petits pistons dont chacun fait agir un balancier. En ouvrant une soupape, l'air extérieur s'introduit et presse sur le piston ; dès que son effet est rempli, une communication s'ouvre avec le grand réservoir, et l'air est pompé par la machine. On aurait pu arriver au même but en employant la condensation de l'air ; mais on doit reconnaître qu'il y a encore certains faits relatifs à l'élasticité de ce fluide qui ne sont pas expliqués, et qui demandent des observations et des expériences avant qu'on cherche à l'employer pour transmettre de la force à une distance considérable. Par exemple, en essayant de donner le vent à un haut-fourneau au moyen d'une grande roue d'eau qui chassait l'air dans un tuyau de 1 mille (1600^{m}) de longueur, on trouva qu'à l'autre bout il ne se produisait au-

cun effet sensible. Comme on craignait que le tuyau ne fût obstrué sur quelques points, on imagina d'y faire entrer un chat : l'animal arriva en bon état à l'autre extrémité, et prouva que ce phénomène singulier ne tenait pas à une interruption dans le tuyau.

351. La liquéfaction des gaz semble présenter la manière la plus commode de porter de la force condensée. On sait en effet que, sous une pression considérable, quelques gaz deviennent liquides à la température ordinaire : par exemple, l'acide carbonique devient liquide sous une pression de soixante atmosphères. L'emploi d'un fluide semblable présenterait cet avantage, que sa pression resterait constante jusqu'à ce que la dernière goutte de liquide devînt gazeuse. Si l'on trouvait un moyen de liquéfier un des élémens de l'air avant que sa combinaison avec un élément étranger en fît un fluide destructeur, on aurait un moyen immédiat de porter de la force en quantité indéfinie et à toute distance. L'hydrogène, probablement, ne se liquéfierait qu'à une très haute pression, et serait parfaitement applicable aux cas qui exigeraient une force extrêmement condensée. Dans ces différens cas les gaz condensés peuvent être considérés comme des ressorts très puissans qui ont été tendus par l'action d'une force, et qui reproduisent toute cette même force quand il en est besoin. Ces ressorts naturels diffèrent sous

certains rapports des ressorts d'acier fabriqués par la main de l'homme. Dans la compression des ressorts naturels, une énorme quantité de calorique latent se trouve mise en liberté et une égale quantité est absorbée par leur retour à l'état de gaz. Cette propriété singulière ne pourrait-elle pas avoir des applications utiles ?

Resterait à vaincre des difficultés mécaniques, à obtenir des soupapes et des caisses assez parfaites pour retenir ces fluides soumis à cette immense pression ; resterait aussi à déterminer l'effet de la chaleur sur ces gaz ; effet qui n'est pas encore assez bien connu pour nous donner quelque idée précise de la force additive qu'une haute température pourrait leur communiquer.

Déjà quelquefois l'élasticité de l'air est employée comme ressort pour les usages pratiques. Dans une de nos presses d'imprimerie, on détruit le moment dynamique d'une masse considérable de matière, en lui faisant condenser l'air renfermé dans un cylindre dont elle vient frapper le piston.

352. La concurrence, qui a pour effet général de diminuer le prix de la marchandise, a quelquefois aussi pour effet de la rendre d'une qualité plus durable. Quand les objets fabriqués sont portés à une certaine distance du lieu de fabrication pour être vendus, et qu'ils se brisent dans le transport, le prix de la main-d'œuvre sur le lieu de vente

peut être assez élevé pour qu'il soit plus cher de faire réparer la vieille marchandise que d'acheter du neuf : c'est ce qui arrive ordinairement dans les grandes villes, pour quelques espèces de serrures communes, pour les gonds de porte, et d'autres articles de quincaillerie.

CHAPITRE XXX.

Des coalitions des ouvriers ou des maîtres les uns contre les autres.

353. Dans toutes les classes d'ouvriers il existe certaines liaisons, certaines conventions qui règlent leurs rapports entre eux ou envers ceux qui les emploient. Mais, en outre de ces principes généraux de conduite, il existe souvent dans chaque fabrique des règles particulières dont l'origine est ordinairement l'intérêt commun des deux parties contractantes. Ces règles ne sont guère connues hors de la classe industrielle proprement dite, et comme il me semble utile de faire une esquisse de leurs avantages ou désavantages, je vais présenter quelques observations sur plusieurs d'entre elles.

354. Ces règles doivent satisfaire aux conditions suivantes :

1°. *Avoir pour résultat le profit général des individus employés dans la fabrique;*

2°. *Prévenir la fraude;*

3°. *Empêcher le moins possible l'action libre de chaque individu.*

355. Dans beaucoup d'ateliers, il est d'usage qu'un nouvel ouvrier, à sa première entrée, paie une rétribution aux ouvriers anciens. Exiger cette rétribution est une chose évidemment injuste, et même très nuisible quand l'argent doit être dépensé à boire, comme il arrive malheureusement trop souvent. Pour justifier cette coutume, on dit que le nouveau-venu a besoin d'apprendre les habitudes de l'atelier et la place où il doit mettre ses outils; de sorte qu'il fait perdre du temps à ses compagnons jusqu'à ce qu'il sache ces divers détails. Si cette rétribution était destinée à la formation d'un fonds social qui serait administré par les ouvriers, et réparti entre eux à certaines périodes, ou consacré à les soulager dans leurs maladies, cet usage donnerait lieu à moins d'objections; car il aurait une tendance évidente à diminuer les changemens trop fréquens des ouvriers d'un atelier à l'autre. Mais, dans tous les cas, la rétribution ne devrait jamais être obligée, et l'ouvrier devrait être amené à s'inscrire par la seule connaissance des avantages qu'il peut retirer de sa mise au fonds social.

356. Dans beaucoup d'ateliers, les ouvriers, quoique employés à des parties de la fabrication totalement différentes, dépendent en quelque manière les uns des autres. Ainsi un seul forgeron peut forger en un jour assez de pièces pour occuper trois ou quatre tourneurs pendant le jour suivant; si, par paresse ou par ivrognerie, le forgeron



néglige sa besogne et ne fournit pas le nombre de pièces ordinaires, les tourneurs, en les supposant payés à la pièce, seront sans occupation une partie de la journée, et gagneront conséquemment moins. Dans une circonstance semblable, le forgeron mérite sans doute d'être frappé d'une amende pour l'empêcher de recommencer; mais je désirerais que le maître se fût entendu avec ses ouvriers pour l'établissement de cette règle; que chaque ouvrier, avant de s'engager, pût en avoir connaissance: enfin il est très important que cette amende ne soit pas dépensée au cabaret.

357. Dans quelques établissemens, il est d'usage que le maître donne une petite gratification à l'ouvrier qui a montré une adresse remarquable ou qui a économisé sur la matière employée. Ainsi quand on divise la corne en feuilles pour en faire des lanternes, ordinairement une corne fournit cinq ou six feuilles; mais si l'ouvrier la divise en dix feuilles au moins, il reçoit du maître une pinte de bière. Ces primes ne doivent jamais être trop élevées, de peur que l'ouvrier ne gaspille de la matière en essais infructueux : mais des règlemens de cette nature, quand ils sont limités judicieusement, ont toujours un effet avantageux par leur tendance à augmenter l'habileté des ouvriers et le gain des maîtres, et à diminuer en même temps le prix d'achat pour le consommateur.

358. Dans quelques fabriques peu nombreuses,

où l'ouvrier est payé à la pièce, il est d'usage que l'ouvrier soit frappé d'une amende quand il remet une pièce mal fabriquée, et que le maître ne peut recevoir. Cette pratique a pour but de remédier à certains inconvéniens de ce mode de paiement, et elle est de la plus grande utilité pour le maître, dont le jugement se trouve justifié par des témoins compétens et tout-à-fait indépendans du débat.

359. Dans les genres d'industrie où les ouvriers sont nombreux, ils ont formé entre eux des associations, et, par compensation, dans les mêmes genres d'industrie, les maîtres sont aussi réunis en sociétés. Ces associations ont des buts différens; mais il serait bien à désirer que les individus qui les composent pussent bien connaître leurs effets réels, afin que les avantages qui en résultent, et qui sont certainement considérables, pussent être séparés autant que possible des inconvéniens qu'elles ont produits trop souvent. Des associations entre les maîtres et entre les ouvriers peuvent être bonnes pour établir d'un commun accord les règles que les deux parties doivent observer dans l'appréciation de la valeur relative de chaque genre d'ouvrage exécuté; règles tout-à-fait nécessaires pour économiser le temps et prévenir les discussions. Elles peuvent être aussi très utiles pour transmettre d'une ville à l'autre des renseignemens exacts sur le nombre d'individus qui travaillent dans les diverses parties d'un genre d'industrie, sur le mon-

tant de leurs journées, sur le nombre des machines qu'ils emploient, et d'autres détails statistiques. Une semblable correspondance serait excellente pour éclairer les deux parties sur leurs véritables intérêts, et, lorsqu'ils jugeraient nécessaire de s'adresser à l'autorité supérieure pour en réclamer des secours ou une révision des lois actuelles, ils pourraient ainsi appuyer leur demande de ces détails précieux sans lesquels on ne peut décider du plus ou moins de convenance de la mesure proposée, et qui sont toujours bien plus difficiles à recueillir pour les personnes moins familières ou moins intéressées à la question.

360. Un des objets les plus justes et les plus importans de semblables associations, c'est de déterminer, par un accord mutuel, des modes prompts et sûrs pour mesurer la quantité de travail faite par l'ouvrier. Une difficulté de ce genre a existé long-temps dans la fabrication des tulles, et a donné lieu à de justes plaintes de la part des ouvriers jusqu'à l'invention de l'instrument qui compte le nombre de points sur la longueur de la pièce, et qui a détruit cette cause féconde de disputes. La commission de 1812 a fait cette observation, et a manifesté l'espoir que la même invention pourrait s'appliquer aux métiers à bas. Ce serait en effet une chose bien avantageuse également pour l'industrieux ouvrier et pour le maître manufacturier, si les machines usitées dans ce genre

de fabrication pouvaient enregistrer la quantité d'ouvrage fait, comme une machine à vapeur compte le nombre de ses coups de piston. L'introduction d'une invention semblable est pour l'ouvrier honnête un stimulant plus puissant qu'on ne peut se le figurer, et elle détruit complètement une cause de discussion perpétuelle entre les parties, dont les intérêts réels souffrent toujours par toute espèce de refroidissement dans leurs rapports mutuels.

361. Les ligues que les ouvriers forment quelquefois entre eux leur sont toujours funestes à eux-mêmes. Dans les nombreux exemples qu'on peut en citer, le public a souffert au premier moment de l'augmentation du prix de l'objet dont la fabrication se trouvait suspendue; mais il a fini par être le gagnant en dernier résultat; car il a profité de la réduction que subit ensuite ce même prix d'une manière permanente, grâce aux perfectionnemens qui s'introduisent dans les machines, tandis que ces perfectionnemens portent toujours un coup plus ou moins durable à la classe même qui a rendu leur invention nécessaire. Comme les ouvriers et leurs familles sont toujours frappés par le mal bien plus rudement que ceux qui les emploient, il est du plus haut intérêt pour eux de réfléchir profondément sur ce sujet. Dans ce but, je crois devoir présenter quelques exemples à l'appui de la proposition que je viens d'avancer; convaincu que des exemples au-

ront plus d'effet sur l'esprit des ouvriers que tout raisonnement plus général déduit de principes d'économie politique. Ces exemples auront de plus l'avantage d'en appeler à des faits connus de beaucoup d'individus compris dans les classes auxquelles s'adressent ces réflexions.

362. Dans la fabrication des canons de fusil, on commence par faire des *maquettes*, suivant le terme du métier. La maquette est une pièce de fer de 3 pieds de long et de 4 pouces de large, plus large et plus forte à l'une de ses extrémités qu'à l'autre. Le canon de fusil se fait en forgeant des pièces semblables, et les pliant ou les roulant en tuyau jusqu'à ce que les bords se croisent et puissent se souder.

Il y a vingt ans environ les ouvriers employés à faire des maquettes dans une très grande fabrique suspendirent leur travail, et demandèrent une augmentation de salaire. Comme leur demande était exorbitante, elle donna lieu à une discussion assez longue. Pendant les pourparlers, le chef supérieur de l'établissement dirigea son attention sur ce point, et pensa que, si les laminoirs ordinaires à fer marchand avaient un développement de circonférence égal à la longueur de la maquette ou du canon du fusil, et si les cannelures qui reçoivent les barres de fer, au lieu d'être d'une largeur et d'une profondeur égales, présentaient sur leur développement une augmentation progressive de

largeur et de profondeur à partir d'un point de leur contour, la barre de fer qui passerait dans de semblables laminoirs, au lieu d'avoir une largeur et une épaisseur uniformes, aurait la forme d'une maquette. On essaya : l'essai réussit parfaitement. Ce nouveau moyen opéra une grande réduction dans le travail manuel de la fabrication, et les ouvriers qui avaient acquis une adresse particulière à faire des maquettes ne purent plus tirer aucun avantage de cette adresse devenue inutile.

363. Il est assez singulier que le même genre d'industrie ait présenté encore, il y a quelques années, un autre exemple bien plus remarquable des conséquences de ces coalitions d'ouvriers. La nouvelle révolte fut organisée par les ouvriers qui soudent les bords de la maquette et la convertissent en canon de fusil, opération qui demande une adresse particulière. A la fin de la guerre, les commandes ayant diminué, le nombre des ouvriers de ce genre fut considérablement réduit, et cette circonstance amena leur insurrection. A une certaine époque où un marché considérable fut passé avec l'État pour une fourniture importante qu'on devait livrer dans un temps déterminé, tous les forgeurs de canons cessèrent de travailler, et demandèrent un prix tel, qu'il était impossible d'exécuter le marché sans une perte considérable. Dans cette situation fâcheuse, les soumissionnaires recoururent à un moyen de souder les canons, pour lequel ils avaient

pris un brevet quelques années auparavant. Ce nouveau moyen n'avait pas réussi assez complètement alors pour devenir d'un usage général : il restait à surmonter certaines difficultés pratiques, et le bas prix du soudage des canons à la forge ordinaire avait engagé à ne pas continuer les essais. Mais la révolte des ouvriers étant devenue un nouveau stimulant pour l'inventeur, il essaya de nouveau, et arriva à effectuer le soudage des canons au laminoir avec une telle facilité et une telle perfection, que, suivant toute probabilité, on fera dans la suite très peu de canons à la main.

Dans cette nouvelle méthode de forger les canons, on prenait une barre d'un pied de long, roulée en forme cylindrique, avec les bords amenés presqu'en contact. On plaçait cette barre dans un fourneau, et, quand elle était chauffée au rouge-blanc, on l'en retirait, on y enfilait un mandrin ou tige ronde de fer, et on la passait de suite au laminoir; le soudage se trouvait ainsi fait d'une seule chaude, et le reste de l'opération, ou l'allongement de la barre jusqu'à la longueur voulue pour les canons, se faisait à une plus basse température. En opérant ainsi, on n'eut pas besoin plus longtemps des ouvriers révoltés; et au lieu qu'ils gagnassent rien à leur révolte, ce perfectionnement de leur métier réduisit pour toujours leur salaire et le réduisit de beaucoup; car l'opération dont ils avaient l'habitude, demandant une

adresse toute particulière et une longue expérience, ils étaient jusque là accoutumés à gagner beaucoup plus que les autres ouvriers du même métier. D'un autre côté, le soudage au laminoir conserve bien mieux la fibre du fer, qui n'est exposé qu'une fois, au lieu de trois ou quatre, à la chaleur fondante; de sorte que le public trouva dans le nouveau procédé à la fois économie et supériorité. Un autre avantage de cette invention a été son application à la fabrication des tuyaux de fer, qui peuvent se faire maintenant à un prix assez bas pour en rendre l'emploi général. Dans les boutiques de grosse quincaillerie on en voit aujourd'hui de différentes longueurs et de différens diamètres, avec les bouts taraudés, et on les emploie journellement pour la distribution du gaz, ou pour les conduits de vapeur dans le chauffage des bâtimens.

364. Les personnes familières avec les détails des manufactures se rappelleraient sans doute d'autres exemples semblables : les deux qui précèdent me suffiront ici pour démontrer le résultat le plus ordinaire des coalitions que forment les ouvriers. Toutefois il ne serait pas juste de prendre dans le sens le plus général la conclusion que j'en ai déduite. Quoiqu'il soit ici de toute évidence que la coalition formée par les ouvriers leur a fait un mal durable, en les rabaissant, quant à leur salaire, à la condition d'une classe d'ouvriers placée au-dessous d'eux premièrement, cependant

il ne s'ensuit pas que toute insurrection semblable aura les mêmes effets. Mais il est évident au moins qu'elles ont toutes une certaine tendance vers le même résultat; il est certain également qu'elles sont un stimulant puissant pour déterminer l'invention d'un procédé nouveau et moins dispendieux; et dans les deux cas que j'ai cités, si la crainte d'une perte pécuniaire n'avait pas agi aussi fortement sur l'esprit de la partie lésée, jamais peut-être on n'aurait imaginé de semblables perfectionnemens. En conséquence, si dans ces circonstances les coalitions des ouvriers n'avaient eu pour but qu'une faible augmentation dans leur salaire, ils auraient réussi, suivant toute probabilité, et le public aurait été privé pour long-temps de l'invention que ces coalitions ont fait naître. Observons aussi que cette même habileté qui, après une longue pratique, les a élevés à un salaire plus considérable que celui de leurs camarades, empêchera plusieurs d'entre eux de rester constamment dans la classe des ouvriers ordinaires; car ils n'y resteront que jusqu'à ce qu'ils aient acquis par la pratique une facilité égale d'exécution dans quelques autres branches difficiles. Mais une diminution de salaire, même pendant un an ou deux, est bien dure pour celui qui vit de son travail journalier. En général les révoltes des ouvriers ont eu les résultats suivans : pour les ouvriers, diminution de salaire; pour le public, diminution du prix de vente;

pour le fabricant, augmentation de la vente de sa marchandise, par suite de cette diminution de prix.

365. Je considérerai encore les coalitions d'ouvriers sous un autre point de vue qui frappe moins l'esprit au premier moment. La crainte perpétuelle où se trouve le fabricant, des ligues que ses ouvriers peuvent former contre lui, l'engage à leur cacher l'extension des commandes qu'il peut avoir à sa disposition ; d'où il suit que les ouvriers ne connaissent jamais bien l'extension plus ou moins grande des demandes de l'objet qu'ils fabriquent. Cette ignorance est très funeste à leurs intérêts; car, au lieu de prévoir, par la diminution successive des commandes, que le temps s'approche où ils cesseront d'être employés, et de se préparer en conséquence, ils sont exposés à des changemens bien plus brusques qu'ils ne le seraient autrement.

Lorsque celui qui fait travailler peut montrer à ses ouvriers qu'ils ont un travail prompt et assuré, et lorsque les ouvriers trouvent qu'ils auront à peu près constamment de l'occupation, ils prennent de meilleures habitudes, ils acquièrent une instruction plus solide; choses qui les rendent à la fois meilleurs comme ouvriers et comme individus, et qui sont du plus grand avantage pour les personnes intéressées dans leur fabrication. Cette observation a été présentée par M. Galloway au comité de la chambre des communes que nous avons cité plus haut.

366. Quand un fabricant fait un marché considérable, il n'est pas sûr qu'il ne se formera pas parmi ses ouvriers quelque coalition qui rendra ce marché onéreux pour lui, et, non content de prendre des précautions pour que ses ouvriers n'en aient aucune connaissance, il augmente le prix auquel il pourrait vendre sans cette crainte; calculant cette augmentation de manière à couvrir le risque de semblables coalitions. Pour un établissement composé de différentes branches réunies, comme une extraction de minerai de fer et de charbon de terre, et une exploitation de hauts-fourneaux, branches qui occupent des classes d'ouvriers toutes différentes, il devient alors nécessaire d'avoir sous la main un approvisionnement de matières premières bien plus considérable que si l'on était complètement certain de l'impossibilité de ces révoltes d'ouvriers. Supposons, par exemple, que les ouvriers de la mine de charbon suspendent le travail pour demander une augmentation : s'il n'y a pas sur terre un approvisionnement de charbon suffisant, les hauts-fourneaux s'arrêteront, et les ouvriers employés au minerai resteront sans travail.

La somme dépensée pour conserver un approvisionnement semblable de minerai ou de charbon ne rapporte pas plus d'intérêt que si on la mettait dans un tiroir, et même, on doit observer que le charbon se détériore un peu, étant exposé aux intempéries de l'air. Cette perte d'intérêt est réel-

lement le prix d'assurance que se fait le fabricant contre les chances des coalitions d'ouvriers, et, pour sa part, elle est une cause d'augmentation dans le prix de la marchandise, et une cause de diminution dans les demandes du consommateur. Elle nuit donc directement à l'ouvrier; car plus les demandes sont considérables, plus il se trouve certain d'avoir constamment du travail. Et ce ne sont pas là des conclusions théoriques. Je sais que les propriétaires d'un établissement compris dans la classe de ceux que je viens de citer, trouvent à propos de tenir sur terre un approvisionnement de charbon pour six mois, et cet approvisionnement représente une valeur de près de 10000 livres sterling (250000 fr.).

367. Il est généralement reconnu que les coalitions des ouvriers ont pour eux-mêmes des inconvéniens très sérieux, et il est également vrai que dans plusieurs cas le succès de leurs tentatives ne les met pas dans une position aussi favorable que celle où ils étaient avant leur coalition. Le petit capital qu'ils possédaient, et qui aurait dû être réservé pour des momens de crise ou de misère, se trouve tout entier épuisé. Souvent, et pour satisfaire une fierté que nous aimons à voir en eux, même en regrettant qu'elle soit si mal employée, ils se résigneront aux plus dures privations, plutôt que de reprendre le travail au premier taux de leurs salaires. Beaucoup d'ouvriers se forment mal-

heureusement, dans ce moment d'inaction, des habitudes de paresse qu'il est très difficile de déraciner ensuite. Dans ces êtres abrutis par l'oisiveté, les bons sentimens se refroidissent, les passions s'allument et détruisent à jamais cette confiance mutuelle entre le maître et l'ouvrier, si nécessaire pour leur intérêt commun et pour leur bonheur. Trop souvent, si un ouvrier de la même fabrique refuse d'entrer dans la coalition, la majorité, emportée par la passion, oublie les lois de la justice et cherche à exercer une sorte de tyrannie intolérable chez un peuple libre. Aussi, j'accorde bien aux ouvriers qu'ils ont le droit de se coaliser pour obtenir une augmentation de paie, en admettant toutefois qu'ils aient exactement rempli tous leurs engagemens antérieurs; mais je leur rappellerai fortement que cette même liberté qu'ils réclament pour eux, ils doivent l'accorder aux autres individus qui ont des idées différentes sur les avantages de leur coalition. Toute espèce de moyens que peuvent conseiller la raison et l'humanité devra être mise en œuvre pour éclairer la masse des ouvriers et lui montrer les conséquences fâcheuses de sa conduite; mais le bras de la justice, soutenu par l'opinion publique comme il doit l'être dans de semblables circonstances, devra frapper de suite, et sans hésiter, les coupables qui voudraient violer la liberté d'une partie de leurs camarades ou de toute autre classe de la société.

368. Toutes ces coalitions ont un résultat inévitable et bien funeste pour la classe ouvrière, c'est le déplacement des fabriques vers d'autres localités où les maîtres cherchent à se mettre à l'abri de cette lutte insupportable. J'ai cité déjà le déplacement de la fabrication des tulles, qui, par suite de coalitions semblables, a quitté le Nottinghamshire, et s'est portée à l'ouest de l'Angleterre. Il existe d'autres exemples bien plus fâcheux encore, où une portion considérable de capitaux et de talens a été exportée dans un pays étranger : c'est ce qui est arrivé à Glasgow, suivant le troisième rapport du comité sur les ouvriers et les machines. Un associé d'une très grande filature de coton de cette ville, excédé des prétentions déraisonnables des ouvriers, partit pour New-York, y rétablit ses machines, et livra ainsi à des rivaux déjà bien redoutables à notre industrie, des modèles de nos machines les plus parfaites, et des exemples de nos méthodes les plus économiques pour en diriger l'emploi.

369. Quelques établissemens industriels ne sont pas de nature à pouvoir être déplacés : une exploitation de mines, par exemple, se trouve dans ce cas, et son propriétaire est beaucoup plus exposé à être vexé par les coalitions de ses ouvriers. Mais comme les concessionnaires de mines possèdent généralement de forts capitaux, ils réussissent généralement aussi à introduire une diminution dans le prix des

journées quand cette diminution est réellement juste et indispensable.

Les ouvriers qui travaillent à l'extraction du charbon de terre ont formé dernièrement, dans le nord de l'Angleterre, une coalition très étendue dont les effets allèrent quelquefois jusqu'à des actes de violence. Pour continuer l'exploitation, les propriétaires des mines furent obligés de faire venir, d'autres parties de l'Angleterre, des mineurs qui consentirent à travailler pour un prix raisonnable, et dont le travail dut être protégé par l'intervention de l'autorité civile et quelquefois même de la force militaire. Cette crise dura plusieurs mois; et la question étant de savoir lequel des deux partis pourrait le plus long-temps se soutenir sans gagner, les propriétaires finirent par l'emporter, comme on aurait pu le prévoir facilement.

370. Les chefs d'établissement emploient souvent une sorte de préservatif assez sûr contre les coalitions; ils contractent avec les ouvriers des engagemens à long terme, et les combinent de manière que ces engagemens ne finissent pas tous à la fois. Cet arrangement s'est fait souvent à Sheffield et dans d'autres localités. Il oblige les maîtres à conserver le même nombre d'ouvriers dans les époques où les commandes diminuent; ce qui semble au premier coup d'œil un inconvénient assez grave; mais cette circonstance même a un avantage particulier, car elle force les chefs d'éta-

blissemens chargés d'une surabondance de bras à diriger leur attention vers des opérations susceptibles d'améliorer l'état de leur fabrique, et dont l'exécution utilise tous les ouvriers disponibles. Dans une circonstance semblable, un fabricant connu de l'auteur fit creuser un grand réservoir pour assurer à sa roue d'eau une quantité d'eau constante, et fit jeter la vase extraite de ce creusement sur une pièce de terre entièrement stérile, qu'il rendit fertile au moyen de cet engrais naturel. Dans ce cas, non-seulement le fabricant se dispense de produire une marchandise inutile pendant la gêne des affaires, mais le travail de ses ouvriers s'emploie d'une manière plus utile pour lui qu'il ne l'aurait été dans des circonstances ordinaires de fabrication.

371. Dans quelques-uns de nos districts manufacturiers on a introduit un système particulier, qui consiste à payer les ouvriers en objets de consommation : c'est ce qu'on appelle le *système des échanges*. Comme ses effets ont beaucoup d'analogie avec ceux que présente une coalition des maîtres contre les ouvriers, il se place naturellement dans l'ordre de la discussion qui fait l'objet de ce chapitre. Cependant je crois devoir le séparer d'un autre système d'une tendance tout-à-fait différente, et que je vais d'abord décrire.

372. Un ouvrier a peu de choses nécessaires à acheter pour vivre avec sa famille, et ordinaire-

ment il les achète chaque semaine et en petites quantités. Sur ces quantités vendues au détail il se réalise ordinairement un bénéfice notable, et si l'objet vendu n'est pas de nature à ce qu'on puisse estimer de suite sa qualité, comme le thé, par exemple, alors le détaillant vend souvent une qualité inférieure et réalise un nouveau profit.

Quand un grand nombre d'ouvriers se trouve fixé sur le même point, il serait bien à désirer qu'ils pussent se réunir et nommer un agent qui serait chargé d'acheter en gros le thé, le sucre, le lard et autres objets nécessaires, et qui les leur vendrait en détail à des prix tels qu'ils pussent couvrir le prix d'achat en gros et la dépense de l'agent employé. Si cette opération pouvait être dirigée par une commission nommée parmi les ouvriers, et aidée peut-être de l'avis du maître, et si de plus l'agent se trouvait intéressé, par son mode de rétribution, à acheter des marchandises de bonne qualité, une combinaison semblable serait avantageuse aux ouvriers : elle pourrait avoir pour effet de réduire pour eux le prix des objets de première nécessité, et, sous ce rapport, le maître aurait intérêt à encourager son développement. Il devrait donc leur donner toute espèce de facilités pour faire leurs achats en gros, en se prescrivant de ne jamais réaliser sur ces achats le moindre profit. D'un autre côté, les ouvriers qui auraient souscrit pour cette boutique universelle, ne devraient être contraints en aucune

manière à y faire leurs achats ordinaires. La qualité et le bon marché doivent être les seules causes qui les déterminent à s'y présenter.

Peut-être pourrait-on m'objecter que ce système aurait uniquement pour effet d'employer une portion de l'argent des ouvriers à un commerce de détail, et qu'il est évidemment inutile, puisque la concurrence entre les petits marchands finit toujours par réduire les prix à leur juste valeur. Cette objection serait peut-être juste si les objets de consommation n'exigeaient pas une vérification attentive de leur qualité; mais si l'on rapproche ce que j'ai dit à cet égard dans le quatorzième chapitre, des considérations que je présente dans celui-ci, il me semble qu'on sera convaincu entièrement de l'utilité du nouveau système que je propose.

373. Le système des échanges produit des effets entièrement contraires. Le maître fabricant se constitue alors le marchand général de tous les objets dont ses ouvriers peuvent avoir besoin, et, en cette qualité, il les paie de leur travail en marchandises, et non pas en argent, ou bien il les amène, tantôt par un accord réciproque, tantôt par des moyens peu honnêtes, à dépenser leur paie à sa boutique, en tout ou en partie. Si le fabricant n'avait d'autre but que d'assurer à ses ouvriers l'achat de bonnes marchandises à un bon prix; s'il ne cherchait pas d'autres moyens que le bas prix et la bonne qualité pour les engager à acheter à

sa boutique, un tel arrangement serait certainement très avantageux aux ouvriers; mais il n'en est point ainsi malheureusement. Dans les momens où le commerce va mal, le maître éprouve une tentation trop vive de réduire en réalité le salaire de ses ouvriers en augmentant le prix des marchandises de sa boutique, sans changer aucunement le montant nominal de ce salaire, et il finit souvent par succomber à cette tentation. D'ailleurs, s'il se proposait seulement de procurer aux ouvriers des objets de meilleure qualité, il atteindrait ce but d'une manière plus sûre en leur fournissant simplement, à un taux modéré d'intérêt, l'argent nécessaire pour l'établissement de la boutique de détail, et laissant surveiller par un comité d'ouvriers les opérations de l'agent qu'il en chargerait, comme je l'ai indiqué plus haut.

374. Quand les ouvriers sont payés en marchandises ou qu'ils sont obligés d'acheter à la boutique du maître, ils sont victimes d'une injustice criante qui entraîne souvent les conséquences les plus funestes. Quelles qu'aient pu être les intentions du maître en établissant cette coutume, elle a pour effet de tromper l'ouvrier sur la somme qu'il reçoit en échange de son travail : elle doit donc être abolie. Les ouvriers doivent toujours être payés en argent; leur ouvrage doit être mesuré par une machine, juge impartial et infaillible; la durée de leur travail doit être déterminée et observée scrupuleu-

sement ; les paiemens qu'ils font à leurs sociétés particulières doivent être fixés sur une base équitable, de manière à n'exiger jamais d'eux un apport extraordinaire. Ce sont là des bases invariables dont on ne doit jamais s'écarter envers eux, et qu'il importe de leur faire connaître, pour les éclairer sur leur position réelle et simplifier autant que possible leurs relations entre eux et envers leurs supérieurs. En résumé, ceux qui voudront améliorer le sort des ouvriers devront leur donner les moyens les plus simples et les plus immédiats de connaître à l'avance la somme qu'ils pourront gagner par leur travail, et celle qu'ils seront obligés de dépenser pour entretenir leurs outils dans toute espèce de métier : alors ils agiront en toute confiance, sachant d'avance le résultat certain qu'ils pourront atteindre par une industrie persévérante.

375. Ce paiement du salaire en marchandises est une cruauté réelle envers l'ouvrier. Pour acheter les choses nécessaires à sa femme et à ses enfans, pour se procurer même les préparations médicales dans leurs maladies, il faut qu'il passe par un troc, il faut qu'il perde son temps à négocier un échange dans lequel il ne peut revendre qu'avec perte les marchandises qu'il a été forcé d'acheter trop cher en paiement de son travail. Un père de famille, en proie aux douleurs d'une rage de dents, peut être obligé de faire vite son marché avec le chirurgien du village pour en obtenir du soulage-

ment; ou bien une mère inconsolable est forcée de sacrifier sa marchandise dépréciée pour acheter la dernière demeure de l'enfant qu'elle a perdu ; et cette peinture n'est pas exagérée, comme le prouvera l'extrait suivant du rapport du comité de la chambre, sur la pétition des fabricans de bas.

« Dans nos villes, dit une des personnes interrogées, les paiemens en argent étaient devenus » si rares, que beaucoup de mes voisins ont été obligés de payer en marchandises l'achat d'autres » marchandises : par exemple, ils ont payé en sucre les drogues qu'ils achetaient chez le pharmacien et les étoffes qu'ils achetaient chez le marchand de drap ; en général, pour tout paiement » on était contraint de négocier continuellement » des échanges. Je sais de bonne source qu'une personne a dû payer une demi-livre de sucre plus un » penny pour se faire arracher une dent. Un de » mes voisins m'a même dit que le fossoyeur avait » reçu son paiement en sucre et en thé pour avoir » creusé une fosse ; et comme je savais, avant de » venir à Londres, que je serais interrogé sur ce sujet, j'ai prié ce voisin de demander au fossoyeur » si le fait était vrai. Celui-ci hésita pendant quelque temps, craignant de nuire à la personne qui » l'avait payé ; enfin il dit : J'ai reçu plusieurs fois » mon paiement de cette manière ; je sais que » plusieurs de mes camarades ont été payés de » même dans d'autres villes. »

CHAPITRE XXXI.

Des coalitions des maîtres fabricans contre le public.

376. Quelquefois les fabricans forment contre les inventeurs brevetés une sorte de coalition toujours nuisible au public et complètement injuste pour l'inventeur. Il y a quelques années, un ingénieur inventa une machine qui découpait toutes sortes de ciselures et d'ornemens en acajou ou en d'autres bois de haut prix. Cette mécanique ressemblait assez à la fraise du tour à ornemens ; elle opérait très bien et à peu de frais; mais les ébénistes s'entendirent ensemble, se coalisèrent contre la nouvelle invention, et le brevet ne fut jamais employé dans le commerce. Tel fut aussi le sort d'une mécanique à débiter des pièces de placage avec une espèce de couteau qui donnait des plaques plus minces que la scie circulaire, sans la moindre perte de bois : il se forma contre elle une coalition générale de tous les gens du métier, et après une dépense considérable, elle fut abandonnée par son inventeur.

Les exemples de coalitions semblables ne sont pas rares, à ce qu'il paraît d'après le rapport du

comité de la chambre sur les brevets d'invention; rapport présenté en juin 1829. (*Voyez* à ce sujet l'interrogatoire de M. Holdsworth.)

377. Je passerai de suite à une autre sorte de coalition contre le public, avec laquelle il est impossible de transiger, et dont le résultat ordinaire est la création d'un monopole véritable. Alors le public se trouve à la merci des monopoleurs, qui savent le tenir dans un état ordinaire de plaintes, de manière à ne pas dépasser le point critique, le point où l'abus devient *criant* et excite une attaque universelle. Cet inconvénient se présente souvent quand deux compagnies sont en concurrence pour la fourniture de l'eau ou du gaz dans les habitations d'une même ville, au moyen de tuyaux placés sous le pavé des rues. Il peut encore se présenter dans les constructions de *docks,* de canaux, de chemins de fer, en général dans toute occasion où il faut un capital considérable et où la concurrence est limitée. Si ces compagnies pour la fourniture du gaz ou de l'eau se réunissent, le public perd de suite tout l'avantage de la concurrence, et c'est ce qui arrive généralement. Après qu'elles se sont fait une guerre plus ou moins longue en baissant leurs prix, elles finissent par se rapprocher, par diviser en deux sections, ou en un plus grand nombre, l'espace entier qui doit être desservi, et chacune retire ses tuyaux des rues assignées à son ancienne rivale. Ce déplacement, très contraire à la soli-

dité du pavé, se reproduit encore quand une surcharge dans les droits imposés par le gouvernement force une nouvelle compagnie à se liquider. Un moyen de remédier à cet inconvénient grave des réunions de compagnies consisterait à insérer dans leurs actes une clause qui limiterait le taux de l'intérêt à répartir sur les actions, et qui ordonnerait de consacrer les revenus excédans à l'amortissement du capital primitif. Une clause semblable a été insérée dans divers actes du Parlement délivrés à de nouvelles compagnies. La limite fixée pour l'intérêt devrait être large, et suffisante pour compenser les chances de l'entreprise : le public, de son côté, devrait avoir des commissaires chargés d'inspecter les comptes de la compagnie, et même ces comptes devraient être publiés chaque année, pour empêcher que cette condition de limite ne fût souvent négligée. Toutefois il y a dans cette disposition une certaine gêne pour les capitaux, et si elle était adoptée, il faudrait être très prudent dans ses applications suivant les différens cas, jusqu'à l'introduction de quelque principe général établi sur des bases d'une solidité reconnue.

378. On a inventé un instrument appelé *mesureur de gaz*, qui détermine la quantité de gaz brûlé par chaque consommateur, et donne un mode satisfaisant de déterminer les paiemens que chaque individu doit faire à la compagnie qui le fournit.

On pourrait inventer pour la vente de l'eau un instrument de même nature; mais dans ce cas se présente une nouvelle difficulté. La quantité d'eau qui se perd actuellement alimente ces larges courans qui coulent dans les égouts de Londres : si l'on diminue cette eau qui se perd, on diminuera d'autant la quantité totale de l'eau qui coule dans les égouts, et cette diminution pourra avoir un effet dangereux pour la salubrité de notre grande ville.

379. Les propriétaires de mines de houille dans le nord de l'Angleterre ont formé long-temps une coalition puissante qui faisait peser sur le public une hausse de prix considérable. On trouve une exposition parfaite des moyens qu'ils employaient, dans l'enquête tenue dernièrement devant un comité de la chambre des communes : ce comité a déclaré que le gouvernement ne pourrait détruire entièrement ces abus qu'en excitant la concurrence des autres districts houillers, et donnant la plus entière liberté à ce genre de commerce.

380. Il existe encore aujourd'hui une puissante coalition d'une autre nature, qui exerce son influence sur le prix de ce livre même et des pages où je vais décrire ses effets. J'entrerai dans des détails assez étendus sur ce sujet, qui me semble assez intéressant pour le lecteur, et bien plus encore pour chacun de ceux qui fabriquent l'objet de sa consommation.

Dans le chapitre XX nous avons indiqué les

ce qui fait une diminution de 4 pour 100 environ : il en a été ainsi pour la vente de ce livre. Les termes de paiement de la souscription varient suivant les éditeurs. Au bout de six mois il est assez ordinaire que l'éditeur ouvre une nouvelle souscription : ce qui permet aux autres libraires, si l'ouvrage est très recherché, de s'en procurer à moindre prix un nombre additionnel d'exemplaires.

381. Le livre ainsi acheté à l'éditeur pour 4 shillings 2 d. ou 4 shillings 6 d., est livré par le libraire au public pour 6 shillings; le libraire a donc un profit de 44 pour 100 dans un cas, et de 33 $\frac{1}{3}$ pour 100 dans l'autre. Le moindre de ces profits est certainement trop considérable par rapport au capital employé. Quelquefois, quand un acheteur demande un ouvrage chez le libraire en détail, celui-ci envoie, à l'autre bout de la rue, le chercher au dépôt de la grande librairie, et perçoit, pour ce mince service, un quart de l'argent que l'acheteur lui paie; peut-être même se réserve-t-il en même temps un crédit de six mois pour payer l'éditeur.

382. Dans le paragraphe 256 nous avons établi le prix de chaque détail séparé dans la fabrication de ce livre. Nous allons présenter ici une analyse détaillée de la dépense totale que paie le public en l'achetant.

Le prix de détail est de 6 shillings par exemplaire ; ce qui, pour 3052 exempl., produit	915 liv.	12 sh.	0 p.	
1. Frais d'impression et de papier.	207 liv.	5 sh.	9 p.	
2. Droits sur le papier et les annonces	40	0	11	
Total des frais	247	6	8	(6186f 30c)
3. Commission prélevée par l'éditeur, comme agent entre l'auteur et l'imprimeur	18	14	4	
4. Commission prélevée par l'éditeur, comme agent pour la vente de l'ouvrage	63	11	8	
5. Profit net de l'éditeur : la différence entre le prix de souscription et le prix du commerce, 4 pence par exempl.	50	17	4	
6. Prix net du libraire : la différence entre le prix du commerce et le prix de détail, 1 shill. 6 pence par exempl.	228	18	0	
Reste pour les droits d'auteur	306	4	0	
Total	915	12	0	(22899f).

Ce compte semble différer du compte établi à la page 269; car la dépense totale du livre mis en feuilles y monte à 6650 fr. (266 livres 1 shilling), tandis qu'elle ne s'élève ici qu'à 247 liv. 6 shillings. On voit cependant que les trois premiers articles du nouveau compte montent à cette même somme de 266 livres 1 shilling. La différence tient à une légère erreur. La somme de 205 livres 18 shillings (ou 5147 fr.), qui est indiquée page 269 comme le montant des frais de papier et d'impression, se

trouve trop forte, excédant de 10 pour 100 environ les frais réels de l'imprimeur et du fabricant de papier, et cet excès forme ici un article séparé.

383. Quand l'éditeur sert d'agent intermédiaire entre l'auteur et l'imprimeur, il est d'usage qu'il s'alloue une commission de 10 pour 100 pour tous les paiemens qu'il fait. Si l'auteur connaît cet usage avant de commencer son ouvrage, et il en était ainsi dans ce cas particulier, il n'existe plus aucun sujet de plainte; car l'auteur est libre de se mettre directement en rapport avec l'imprimeur ou de communiquer avec celui-ci par l'intermédiaire de son éditeur.

Cette commission de 10 pour 100 est motivée sur les services que rend l'éditeur en traitant avec l'imprimeur et le graveur sur bois ou sur cuivre, s'il en est besoin. Cette introduction d'un intermédiaire entre l'auteur et l'imprimeur présente un certain avantage, dans le cas où le premier croit trouver trop d'exigence dans les demandes du second. Quand l'auteur est tout-à-fait étranger aux détails de l'imprimerie, il repousse souvent une demande juste et modérée, et ne peut l'apprécier qu'en consultant l'éditeur, qui connaît ordinairement cet art d'une manière approfondie. C'est ce qui arrive ordinairement pour les changemens et les corrections, qui, bien qu'insignifians en apparence, occupent long-temps les compositeurs. On doit aussi observer que l'éditeur, dans

ce cas, demeure responsable envers l'imprimeur du paiement de tous les frais de l'impression.

384. Cette intervention d'un agent étranger n'est donc pas rigoureusement nécessaire à l'auteur; mais elle est très avantageuse à l'éditeur; et, pour en maintenir l'usage, les libraires soutiennent que l'auteur ne peut faire imprimer son ouvrage, ou se procurer le papier du tirage à meilleur compte, en s'adressant lui-même aux producteurs. Cette assertion est énoncée dans l'enquête de la chambre des communes sur les actes du Parlement relatifs à la propriété des ouvrages, 8 mai 1818.

Extrait des réponses de M. O. Rees, libraire, de la maison Longman et compagnie.

Question. « Si un auteur publiait un ouvrage » pour son propre compte, en supportant les di- » verses dépenses de cette publication, pourrait- » il acheter son papier à 30 shillings la rame ?

Réponse. » Je ne le pense pas. Un papetier ne » vendra pas le papier au même prix à un com- » merçant et à une personne qui n'est pas enga- » gée dans le commerce.

Question. » En vous demandant si un particu- » lier qui publierait un livre pour son propre » compte paierait plus pour le papier que des per- » sonnes engagées dans le commerce, le comité » veut savoir si les imprimeurs ne sont pas plus

» exigeans envers un auteur qui traite directement
» avec eux, qu'envers un éditeur.

Réponse. » Je pense que l'imprimeur se réserve
» ordinairement un bénéfice sur le papier.

Question. » Pour les frais de l'impression, l'im-
» primeur demande-t-il aussi un prix plus élevé à
» l'auteur qu'à toute autre personne engagée dans
» le commerce de la librairie?

Réponse. » On m'a toujours dit qu'il en était
» ainsi. »

385. Cette distinction, qui taxe les frais de l'impression à un prix plus élevé pour l'auteur que pour l'éditeur, ne semble guère motivée, en admettant que l'un et l'autre présentent les mêmes garanties. Quant au prix du papier, si l'auteur emploie l'éditeur ou l'imprimeur pour opérer cet achat, il est juste que ceux-ci aient un léger dédommagement de leurs risques, puisqu'ils deviennent responsables du paiement. Mais si l'auteur traite lui-même avec le fabricant de papier, il n'y a aucune raison plausible pour qu'il n'achète pas au même prix que l'imprimeur; et s'il préfère payer comptant, et ne pas profiter des longs termes qu'on accorde pour ces sortes de marchandises, il devrait obtenir un fort rabais sur le prix de son achat.

386. Il est temps de faire disparaître toutes ces conventions arbitraires. Dans un pays dont la richesse dépend essentiellement de son industrie

manufacturière, il faut qu'il n'existe pas de distinction tranchée entre les différentes classes, et que les personnes les plus élevées de l'aristocratie se sentent fières d'être unies par les liens de l'amitié aux hommes dont les travaux contribuent à la prospérité nationale. Déjà nos premiers manufacturiers, nos plus riches négocians sont admis dans les réunions de la haute noblesse, et souvent on voit celle du second rang s'associer à des commerçans d'un rang plus ou moins élevé. Il serait beau de voir se développer entre ces différentes classes une rivalité d'instruction et de sentimens libéraux, au lieu d'une rivalité de dépenses; et rien ne peut mieux contribuer à l'accomplissement d'un si beau résultat que la suppression complète de ces combinaisons étroites dont je viens de parler. Par cette fusion heureuse, les classes riches acquerraient une connaissance plus intime des arts productifs de leur pays; elles concevraient mieux combien il est important pour elles de s'habituer à l'exactitude et au travail; et, par-dessus tout, elles sentiraient qu'il est honorable pour toute personne placée dans un rang quelconque de la société, d'augmenter à la fois sa fortune et la richesse de son pays en consacrant ses facultés intellectuelles à créer de la richesse, et à en répartir la jouissance sur tout ce qui l'environne.

387. Dans la première édition j'ai oublié de

parler d'une dépense particulière qui entre dans les frais de l'impression d'un ouvrage : c'est la dépense du *surplus*, suivant le terme technique. Quand un ouvrage est tiré à cinq cents exemplaires, il faut par chaque feuille ainsi tirée une rame de papier. Une rame, telle que l'emploient les imprimeurs, est composée de cinq cent seize feuilles; de sorte qu'il y a un excédant de seize feuilles. Cet excédant est ménagé pour les corrections, pour essayer la presse et l'arranger convenablement, pour remplacer les feuilles qui, par accident, pourraient être salies dans le tirage, ou gâtées par le relieur qui les réunit ensemble. Cependant on trouve que la quantité ainsi gâtée ne va pas à 3 pour 100, comme l'indiquerait cet excédant de seize feuilles sur cinq cents, et que la perte diminue si les ouvriers sont adroits et soigneux.

Des déclarations de plusieurs imprimeurs ou libraires de première classe devant le comité de la chambre des communes nommé pour rédiger l'acte du Parlement sur la propriété des ouvrages, il résulte que, sur les tirages au-dessus de cinq cents le nombre des exemplaires de *surplus* varie de 2 à 3 pour 100; qu'il y en a moins sur les petits formats, et plus sur les grands; que quelquefois on ne tire pas le nombre complet de cinq cents; enfin, que jamais on ne tire les seize exemplaires de surplus. Pour cet ouvrage-ci qui a été tiré à trois mille exemplaires, il n'y a eu que

cinquante-deux exemplaires de surplus; ce qui a tenu à la perfection des procédés d'impression, et aux soins particuliers des ouvriers qui travaillaient à la presse. Il est juste de tenir compte de ce surplus à l'auteur, et je présume que tout libraire-éditeur estimable en agit toujours ainsi.

388. On a inventé différens moyens pour empêcher l'imprimeur de tirer pour son propre compte un nombre plus considérable d'exemplaires qu'il n'en livre à l'auteur ou à l'éditeur. Dans quelques ouvrages on a incorporé une marque particulière dans la pâte du papier fabriqué spécialement pour ces ouvrages. Ainsi on lit les mots *mécanique céleste* dans le tissu du papier employé pour les deux premiers volumes du grand ouvrage de Laplace. Quand l'ouvrage est accompagné de planches gravées, une fraude de ce genre serait inutile sans le concours de l'imprimeur en taille douce. En France on a l'habitude d'imprimer sur le dos du titre un avis particulier pour annoncer que tout exemplaire non revêtu de la signature de l'auteur sera considéré comme faux, et l'on joint à cet avis cette signature, écrite à la main ou imprimée avec une griffe en bois. Malgré cette précaution, j'ai dernièrement acheté un ouvrage imprimé à Paris, où l'on trouve cet avis fort prudent, mais où manque la signature de l'auteur. A Londres de semblables fraudes sont moins à redouter, parce que les imprimeurs sont tous des capitalistes qui tiennent

trop à leur crédit pour risquer de le compromettre par une fraude de cette nature, qui devrait être connue nécessairement de plusieurs ouvriers. Le danger de la dénonciation devrait leur faire considérer toute tentative de ce genre comme une véritable folie.

389. Quand un auteur publie pour son propre compte, qu'il n'a que des prétentions raisonnables et qu'il possède un jugement droit, peut-être le meilleur parti pour lui est-il de s'adresser de suite à quelque imprimeur connu, et de traiter avec lui pour tous les frais de l'impression.

390. Quand l'auteur ne veut pas imprimer à ses propres risques, il doit traiter avec un éditeur qui prend à sa charge les frais d'une édition composée d'un certain nombre d'exemplaires; mais il ne devrait dans aucun cas se dessaisir de la propriété de son ouvrage. Si cet ouvrage renferme des gravures sur bois, ou des planches gravées sur cuivre, le contrat devra stipuler qu'elles deviendront la propriété de l'auteur, pour qu'il puisse s'en servir dans les éditions suivantes. Souvent le contrat est fait de telle manière, que l'éditeur avance l'argent et court toutes les chances, sous la condition de partager les bénéfices avec l'auteur. On a vu que pour cet ouvrage la part de bénéfice de ce dernier est de 306 livres 4 shillings (7655 fr. environ).

391. Maintenant que j'ai expliqué les arrange-

mens faits pour l'impression de ce livre, retournons au paragraphe 382, et examinons le mode de répartition des 915 livres 12 sh. (22890 fr.) payés par le public. Cette somme totale se divise comme il suit : 207 livres pour le prix d'impression du livre, 40 livres pour les droits du gouvernement, 362 allouées au libraire pour la distribution du livre au consommateur, et 306 pour la part de l'auteur.

Ainsi la plus forte part, celle de 362 livres sterling (9050 fr.), entre dans la poche des libraires; et comme ils n'avancent aucun capital et ne courent que peu de risques, cette part excessive semble tout-à-fait déraisonnable. Les 33 pour 100 alloués comme indemnité sur la vente en détail du livre, forment en vérité un bénéfice extravagant.

On prétend que tous les libraires qui vendent en détail accordent à leurs acheteurs ordinaires une remise de 10 pour 100 sur les commandes qui passent 20 shillings, et de cette manière, ce profit nominal de 44 ou de 33 pour 100 se trouve fortement réduit. S'il en est ainsi, pourquoi imprime-t-on sur la couverture d'un livre que son prix est de 2 livres sterling (50 fr.), par exemple, lorsque chaque libraire est prêt à le vendre pour 1 livre 16 shillings (45 fr.)? Pourquoi ceux qui ignorent cette espèce de déception sont-ils obligés de payer plus cher que ceux qui sont mieux instruits?

392. On allègue différentes raisons pour justifier ce bénéfice élevé des libraires.

1°. On prétend que les acheteurs prennent en général de longs termes pour leurs paiemens. Supposons qu'il en soit souvent ainsi; dans ce cas on ne peut raisonnablement s'opposer à une augmentation proportionnelle dans le prix de vente pour ces acheteurs; mais il n'est pas moins évident que celui qui paie comptant ne doit pas être astreint à payer le même prix que celui qui recule le paiement de son achat à une époque assez éloignée.

2°. On soutient que ces grands bénéfices sont nécessaires pour couvrir les grandes dépenses qu'entraîne l'établissement d'une librairie étendue; que les loyers sont chers, les impôts considérables; qu'il serait impossible à un grand libraire de tenter toute concurrence avec les petits, si la vente en détail ne lui apportait pas un grand bénéfice. Pour répondre à ces argumens, on peut observer que les libraires ne sont soumis à aucun impôt particulier, étranger aux autres genres de commerce en détail. On remarquera aussi que les grands établissemens trouvent toujours un avantage marqué sur les plus petits par l'économie qui résulte de la division du travail, et il est bien peu à présumer que la classe des libraires soit la seule qui n'ait pas cherché à appliquer ce principe à la conduite d'affaires étendues.

3°. Enfin on prétend que ce profit considérable

est nécessaire pour indemniser le libraire détaillant du risque qu'il court sur quelques exemplaires qui peuvent rester entre ses mains; mais il n'est pas obligé d'acheter de l'éditeur principal un seul exemplaire de plus qu'on ne lui en a demandé; ou bien, s'il achète au prix de souscription au-delà de ses demandes, il prouve par cet achat même qu'il n'évalue pas ce risque à plus de 4 ou 8 pour 100.

393. D'un autre côté, on a fait une observation exacte, c'est que plusieurs exemplaires sont gâtés par les personnes qui entrent dans les librairies sans vouloir faire aucun achat. Mais on peut dire aussi que ces personnes, trouvant diverses publications nouvelles sur les tables des libraires, sont souvent engagées par l'occasion à faire un autre achat; et d'ailleurs cette détérioration de quelques exemplaires ne doit pas s'appliquer à tous les libraires ni à tous les livres. Car il n'est pas nécessaire d'exposer dans la librairie des livres d'un prix élevé ou susceptibles de peu de demandes. Pour cet ouvrage, le bénéfice de la vente en détail sur trois exemplaires paierait le prix entier d'un seul exemplaire gâté par les curieux; et encore, à une vente publique, on pourrait vendre cet exemplaire à moitié ou au tiers du prix qu'il a coûté réellement. Ainsi ces argumens tirés des mécomptes sur la vente des livres ou des charges extraordinaires des libraires sont totalement dépourvus de fondement, et ne peuvent être pris en considération dans la

question que nous examinons, entre l'éditeur et l'auteur. On doit aussi remarquer que l'éditeur est généralement à la fois libraire en gros et en détail, et qu'outre le profit qu'il retire, en sa qualité d'agent de l'auteur, sur chaque exemplaire qu'il vend, il peut porter au compte de l'auteur chacun de ces exemplaires comme vendu au prix de souscription, ce qui lui permet de réaliser le même bénéfice que ses confrères sur les livres qu'il vend en détail.

394. Hors de Londres il se présente plus de raisons réelles pour justifier le profit considérable que le libraire se réserve sur le public : car ce profit brut est diminué de tous les frais que le libraire doit avancer pour le transport de ses livres depuis la capitale. En outre, il doit payer à son correspondant de Londres une commission fixée ordinairement à 5 pour 100, pour tous les livres que ce correspondant lui envoie sans en être l'éditeur. Si l'on ajoute un rabais de 5 pour 100 fait aux acheteurs habituels lorsqu'ils paient comptant, et un autre rabais de 10 pour 100 pour les bibliothèques de chaque ville, on trouvera que les profits des libraires, dans les petites villes, ne sont pas trop considérables.

Quelques personnes qui ont critiqué les observations présentées dans la première édition de cet ouvrage, ont admis que le bénéfice *apparent*, dans le commerce de la librairie, était trop grand; mais, d'un autre côté, elles ont prétendu que

c'était une supposition trop favorable que d'admettre la vente complète des 3000 exemplaires. Si le lecteur veut se reporter au paragraphe 382, il trouvera que la dépense des trois premiers articles reste la même, quel que soit le nombre d'exemplaires vendus. En examinant les articles suivans, il trouvera que le libraire, qui court peu de risques, qui ne fait aucun déboursé, retire exactement le même profit par cent sur les exemplaires vendus, quel qu'en soit le nombre. C'est sur le malheureux auteur que retombe toute la perte, sans participation de ceux qui partagent le bénéfice avec lui. Dans les mêmes brochures que je viens de citer on soutient aussi que ce taux élevé du bénéfice des libraires a pour but de les aider à supporter les pertes qu'ils éprouvent nécessairement dans l'achat et la vente en détail d'autres livres qui ne peuvent se vendre facilement; mais cet argument est le pire de tous : il n'y aurait pas plus d'injustice à ce qu'un marchand quelconque demandât une commission extravagante pour un essai accompagné de quelque risque, en motivant cette commission sur la nécessité de couvrir les pertes qu'il peut faire par sa propre maladresse dans d'autres transactions commerciales.

395. On peut prouver de plusieurs manières que le bénéfice réalisé sur la vente des livres en détail est réellement trop considérable. Premièrement, le commerce de la librairie a conservé le

MM. Murray J. Albemarle-Street.
Rees O. 39 Paternoster-Row.
Richardson J. M. 23 Cornhill.
Rivington J. Saint-Paul's Church-Yard.
Wilson L. Royal Exchange.

398. De quelque manière que le profit se divise entre l'éditeur et le libraire détaillant, le fait est que le lecteur paie 6 shillings (7 fr. 50 c.) pour le livre qu'il a maintenant entre les mains, et que l'auteur ne reçoit que 3 shillings 10 d. (4 fr. 50 c.), sur laquelle somme il doit payer les frais d'impression; de sorte qu'en passant dans deux mains, le livre a produit un bénéfice de 44 pour 100. Ce bénéfice excessif a amené dans le commerce de la librairie trop de capitaux, et la concurrence de tous ces capitaux a amené le système de la vente au rabais; système que le comité de l'association s'efforce d'arrêter de toutes ses forces (1).

399. Cette association est directement contraire aux intérêts du public et des auteurs. Quant au

(1) On peut consulter les nos 1, 2, 3 de la brochure contre le monopole, publiée par M. Pickering. Pour éclairer même mieux le public, et le mettre en état de juger, après avoir entendu l'autre partie, il serait à désirer que M. Richardson, le président du comité de l'association, en fît imprimer les règlemens jusqu'ici peu connus, puisque, suivant M. Pickering, le comité en refuse une copie même à ceux qui les ont revêtus de leurs signatures. (A.)

premier, il est difficile qu'il prenne une part active dans la dispute; aussi lui demande-t-on seulement de soutenir de ses vœux les auteurs dans leurs tentatives pour détruire une coalition aussi opposée à leurs intérêts communs.

Plus d'un honnête libraire se trouverait heureux de vendre pour 5 shillings (6 fr. 25 c.) ce livre que le lecteur a payé 6 shillings (7 fr. 50 c.). En vendant ainsi au comptant, le commerçant qui a acheté le livre 4 shillings 6 d. (5 fr. 25 c.) réaliserait encore sans le moindre risque un bénéfice de 11 pour 100 sur l'argent qu'il a avancé. Mais ce bénéfice ne suffit pas aux grands libraires, et leur coalition puissante n'a d'autre but, comme nous l'avons dit, que d'empêcher le petit capitaliste de s'introduire dans le commerce de la librairie et d'y employer son petit capital à un taux d'intérêt qu'il trouverait très avantageux. Il est évident qu'une combinaison semblable est complètement opposée aux intérêts du public.

400. J'ai tiré peu d'avantages pécuniaires de mes productions littéraires et même, d'après la nature des sujets que je traite ordinairement, je sais parfaitement d'avance que leur publication me remboursera à peine de mes avances. Cette position me permettra, j'espère, de présenter sur la question actuelle une opinion aussi indépendante des espérances de l'avenir que des regrets du passé.

Cependant, avant de dresser un plan de cam-

pagne contre le quartier des libraires, je crois utile de faire connaître au lecteur la nature des forces de l'ennemi et ses moyens d'attaque et de défense. Plusieurs des principaux libraires, qui sont de la classe des éditeurs, sont propriétaires de *Revues*, de *Magasins littéraires*, de journaux périodiques, et même de journaux quotidiens. Les gérans de ces revues sont souvent très bien payés de leurs soins, et il est peu probable qu'ils jugent toujours avec la justice la plus rigoureuse les livres dont la vente enrichit leur patron. Naturellement, les grands ouvrages du jour, les ouvrages les plus répandus, sont indiqués avec quelque soin et quelque déférence pour l'opinion publique; autrement le journal ne se vendrait pas; et ces articles sont d'ailleurs de véritables *specimens* d'impartialité qu'il est avantageux de pouvoir citer dans l'occasion. A l'abri de cet étendard s'improvise une armée de productions éphémères qui doivent à la revue un succès passager, et par ce procédé ingénieux, on voit se dégarnir continuellement et les boutiques des libraires et les poches du public. Tel est le développement singulier de ce système, que plusieurs de nos publications périodiques devraient être regardées purement comme des machines propres à annoncer les nouveaux ouvrages. Pour que le lecteur se tînt bien en garde contre ces moyens cachés d'influencer son jugement, il fau-

drait qu'il pût s'assurer si le livre examiné est publié ou non par le libraire qui est propriétaire de la revue : ce qu'il peut reconnaître quelquefois par le titre du livre, imprimé en tête de l'article. Mais ce ne serait pas là une épreuve assez sûre, parce qu'il existe entre les maisons de librairie des conventions relatives à diverses publications, et que ces conventions sont généralement inconnues au public. En résumé, on ne pourra jamais avoir la moindre confiance dans les jugemens des revues, tant qu'on ne présentera pas au public des recueils de ce genre, dans lesquels les libraires n'auront aucun intérêt.

401. Pour renverser cette coalition des libraires, il faudrait lui opposer une contre-association des auteurs. Une association de ce genre formée dans le monde littéraire et dirigée par un comité actif pourrait produire de grands résultats.

Elle devrait choisir une personne habile dans le commerce de l'imprimerie et de la librairie, et l'établir comme son agent dans quelque point central de la capitale. Chaque membre de l'association aurait la liberté de confier à cet agent la vente d'un ou de plusieurs de ses ouvrages, et pourrait lui permettre d'insérer dans chaque exemplaire un catalogue des livres publiés par les autres membres de l'association, les frais de cette insertion étant à la charge des auteurs des livres qui seraient ainsi annoncés. Les fonctions de l'agent

consisteraient à vendre au public, en détail et toujours au comptant, les livres publiés par les membres de l'association ; à vendre aux libraires, à des prix convenus, les exemplaires que ceux-ci pourraient désirer ; à faire insérer dans les journaux ou à la fin des ouvrages publiés par les membres, toute espèce d'avertissement, suivant l'ordre qu'il en recevrait du comité ou des auteurs; à dresser un catalogue des ouvrages des membres de l'association ; à être l'agent de tout membre de l'association pour passer les traités avec les imprimeurs.

Une combinaison semblable présenterait encore d'autres avantages : comme chaque auteur se réserverait la liberté de mettre à ses productions le prix qu'il jugerait convenable, le public aurait l'avantage de deux réductions simultanées sur le prix des ouvrages, l'une provenant de la concurrence entre les auteurs qui traiteraient le même sujet, l'autre du mode plus économique adopté pour la publication.

402. Une telle association aurait probablement pour conséquence la fondation d'une revue juste et impartiale, ouvrage dont l'absence se fait sentir depuis plusieurs années. Les deux anciennes et célèbres revues, depuis long-temps les champions infatigables des opinions politiques les plus opposées, présentent, par des causes différentes, des signes non équivoques de décadence et de décré-

pitude. Le *Quaterly*, l'avocat du despotisme, est bien au-dessous du mouvement progressif de notre siècle. Il faut aujourd'hui de nouveaux organes qui puissent représenter dignement la nouvelle position du siècle actuel, qui puissent exprimer à la fois et son pouvoir intellectuel et son énergie morale. La *Revue du Nord*, la rivale du *Quaterly*, n'est plus à la hauteur d'un semblable rôle : de la main vigoureuse de ceux qui ont établi son empire son sceptre a passé dans des mains trop faibles pour le soutenir.

403. On a fait une objection plausible contre l'accomplissement de ce projet. On a dit que les critiques littéraires les plus habiles sont attachés aux recueils qui existent aujourd'hui. Mais on répondra que beaucoup de ces écrivains désapprouvent les principes politiques des journaux auxquels ils fournissent des articles de littérature, et à l'instant où serait fondée une revue (1) dirigée par des hommes honorables, et assez forte par son fonds social pour payer ses collaborateurs avec non moins de générosité que la plus riche de ses rivales, nul doute qu'elle aurait bientôt à sa disposition les meilleurs matériaux que renferme le sol littéraire de l'Angleterre. On peut aussi craindre que dans une semblable association les au-

---

(1) Au moment où ceci s'imprime j'apprends qu'on vient de jeter les bases d'une semblable entreprise. (A.)

teurs ne se favorisent trop mutuellement. L'éditeur d'une revue est exposé à deux genres de tentation : d'un côté il a une tendance à consulter trop, dans les ouvrages qu'il examine, les intérêts du propriétaire de sa revue ; d'un autre côté, il a un certain penchant à servir les intérêts de ses amis. Le plan proposé obvie au premier de ces inconvéniens ; mais il est très difficile, sinon impossible, de remédier au second, qui tient en quelque sorte à l'imperfection de la nature humaine (1).

---

(1) On m'a témoigné la crainte que les opinions avancées dans ce chapitre n'élèvent contre cet ouvrage une opposition redoutable de la part de l'association que j'y ai combattue. J'avoue que je ne crois pas à cette opposition ; les libraires me semblent trop fins pour donner un semblable passeport à la publication de leurs ruses. Mais si mes lecteurs pensent différemment, ils pourront aisément remédier au mal, en indiquant mon ouvrage chacun à deux de leurs amis. (A.)

CHAPITRE XXXII.

L'introduction des machines dans un genre d'industrie quelconque a-t-elle pour effet de diminuer la quantité de main-d'œuvre qui s'y trouve employée?

404. On a soulevé une objection assez forte contre l'usage des machines; on leur a reproché de supprimer le travail d'une grande quantité de bras auparavant employés, et en effet, une machine ne peut parvenir à être adoptée généralement dans l'industrie, qu'autant qu'elle diminue le travail nécessaire pour confectionner un objet quelconque de fabrication. Mais si elle produit ce résultat, celui qui la fait travailler baisse de suite son prix de vente au-dessous de ses concurrens, pour donner plus d'extension à la vente de ses produits, et retirer tout l'avantage possible de sa position. Dès lors ces concurrens eux-mêmes doivent se servir de la nouvelle machine : par suite de cette rivalité commerciale, la fabrication augmente, et le prix de l'objet fabriqué baisse graduellement jusqu'à ce que le capital employé dans le nouveau système de fabrication ne rende pas plus qu'il ne rendait dans l'ancien système. Ainsi l'introduction des machines a bien une première tendance à supprimer une certaine quantité de main-d'œuvre; mais comme en même temps

cette introduction réduit le prix de l'objet fabriqué et augmente la consommation, cet accroissement de consommation absorbe immédiatement, en partie et quelquefois même en totalité, ce travail manuel, qui, autrement, aurait dû se déplacer et se porter vers un autre genre d'industrie.

Pour bien faire comprendre que l'effet de toute nouvelle machine est de diminuer le travail nécessaire pour la production d'une même quantité de denrées manufacturées, concevons une société dans laquelle le travail ne serait pas divisé comme dans les sociétés civilisées, de sorte que chaque individu fabriquât lui-même les objets qu'il consommerait. Supposons que chacun travaillât dix heures par jour, et qu'une de ces heures fût employée à faire des souliers. S'il se trouvait qu'on inventât un outil ou une machine dont l'usage permît à chacun de faire ses souliers en une demi-heure, il est évident que chaque membre de la société jouirait des mêmes avantages que précédemment, en travaillant seulement neuf heures et demie par jour.

405. Maintenant, si nous voulons prouver que l'introduction des machines ne diminue pas la quantité totale du travail produit en général, nous devons recourir à quelque autre principe tiré de notre propre nature, à cette cause, quelle qu'elle soit, qui excite l'activité de l'homme, et qui agit sur lui avec plus d'énergie quand il se trouve obtenir la même quantité de jouissances avec moins

de travail. Alors, tout le temps devenu disponible peut être employé à inventer de nouveaux outils pour d'autres branches du travail habituel. Ainsi, dans la société que nous avons prise pour exemple, celui qui travaillait ordinairement dix heures par jour, emploiera la demi-heure économisée par la nouvelle machine, à chercher les moyens de contenter ses autres besoins; et comme chaque nouvelle machine lui permettra de se satisfaire plus aisément, il se créera de nouveaux besoins d'agrément, qu'une jouissance prolongée changera indubitablement pour lui en besoins de première nécessité.

406. Dans les pays où les occupations sont séparées et la division du travail organisée en système, les perfectionnemens mécaniques ont tous pour résultat définitif d'augmenter la demande d'ouvriers propres à la fabrication. Souvent, à l'époque de son introduction, le nouveau mode d'opérer exige plus d'adresse et d'habileté que l'ancien mode n'en demandait, et malheureusement les ouvriers qui connaissaient l'ancienne manière n'ont pas toujours les qualités requises pour la nouvelle; il doit donc s'écouler un certain temps avant que le développement de la production puisse fournir du travail à toute cette classe réformée. Cette suppression instantanée d'une portion du travail manuel produit une gêne plus ou moins longue dans la classe ouvrière considérée en général; aussi est-il très impor-

tant pour son bonheur qu'elle connaisse bien cet effet de l'introduction des machines, et qu'elle puisse le prévoir à l'avance, de manière à affaiblir autant que possible le mal qu'elle peut en éprouver.

407. On peut se faire ici une question importante : *Est-il plus avantageux pour l'intérêt de la classe ouvrière que la nouvelle machine soit assez parfaite pour rendre toute concurrence du travail manuel entièrement impossible, de sorte que les ouvriers perdent leur métier à l'instant même de l'introduction de cette machine; ou vaut-il mieux pour eux d'être forcés graduellement à changer de métier, par les progrès lents et successifs du nouveau système?*

Une transition brusque produit une souffrance plus intense, sans doute, mais aussi moins prolongée que celle qui résulte d'un passage plus lent d'un état à un autre; et si l'ouvrier conçoit de suite qu'il n'a aucun espoir de soutenir la concurrence, à l'instant il se mettra à apprendre quelque autre branche de son métier. D'un autre côté, si les machines exigent plus d'habileté dans ceux qui les construisent et les réparent, et dans ceux qui surveillent leur mouvement, il existe de nombreux exemples où elles permettent à des enfans, à des ouvriers d'une adresse ordinaire d'exécuter un ouvrage qui demandait d'abord beaucoup plus d'habileté. Dans des circonstances semblables, non-seulement l'augmentation de la consommation produite par la

diminution du prix de vente donne promptement de l'occupation à tous les individus précédemment employés, mais la diminution de l'habileté nécessaire doit ouvrir un champ plus étendu à la concurrence qui s'établit alors entre tous les ouvriers plus ou moins rapprochés du même genre d'industrie.

On doit reconnaître, en général, que la suppression du travail manuel n'est pas une conséquence invariable de la première introduction des machines. Suivant même des personnes très à portée de se former une opinion sur ce sujet, jamais l'introduction des machines n'a produit de réduction dans le travail manuel. La solution de cette question dépend de faits qui malheureusement n'ont pas encore été recueillis, et cette absence des données nécessaires pour l'examen complet d'un sujet aussi essentiel mérite tout-à-fait l'attention des personnes qui s'occupent de recherches statistiques. En général, dans l'examen de toutes les questions qui regardent la classe ouvrière, il faudrait qu'on pût avoir des états qui présentassent, pour diverses époques, le nombre d'individus engagés dans des branches particulières d'industrie, le nombre des machines qu'ils emploient, et le salaire qu'ils peuvent recevoir par semaine.

408. Comme exemple de cette recherche que je viens de proposer, je joindrai ici quelques remarques sur les faits que je puis connaître, en regrettant seulement de manquer en général de données

numériques propres à confirmer mes observations. Quand la machine à écraser le minerai supprima en Cornouailles et dans d'autres pays de mines, l'occupation d'un grand nombre de jeunes femmes qui travaillaient péniblement à briser le minerai avec des massettes plates, il n'en résulta aucune conséquence fâcheuse; ce qui tient, suivant toute apparence, à ce que les propriétaires des mines pouvant disposer d'une portion de leur capital, par suite de l'économie considérable de l'écrasage à la machine, trouvèrent avantageux de porter un plus grand nombre de bras sur d'autres opérations. Les femmes qui n'étaient plus utiles à l'écrasage furent alors employées avantageusement à trier les minerais; opération qui demande de l'habileté et du jugement pour faire un choix convenable.

409. Le tableau suivant indiquera l'accroissement de production qui résulte des changemens dans les machines ou dans la manière de s'en servir. Il présente les produits, à diverses époques, de la machine à étirer qui est en usage dans les filatures de coton, et qu'un seul homme met en mouvement.

Années.	Livres de coton filé.	Prix de l'opération par vingt livres.		Gain de l'ouvrier par semaine.	
1810	400	1 sh.	3 pence $\frac{1}{3}$	25 sh.	10 pence.
1811	600	0	10	25	0
1813	850	0	9	31	10 $\frac{1}{2}$
1823	1000	0	7 $\frac{1}{2}$	31	3

Le même homme travaillant avec une autre machine semblable qui étirait un peu plus fin, a produit par semaine :

Années.	Livres de coton filé.	Prix du travail par vingt livres.	Gain de l'ouvrier par semaine.
1823	900	0 sh. 7 pence ½	28 sh. 1 pence ½
1825	1000	0 7	27 6
1827	1200	0 6	30 0
1832	1200	0 6	30 0

Telle est la marche graduelle que la production a suivie, pendant une période de vingt-deux ans, dans ce genre d'industrie, et au bout de cette longue période il s'est trouvé que la même quantité de travail manuel pouvait exécuter trois fois autant de travail qu'au commencement. Le salaire de l'ouvrier par semaine de travail n'a pas éprouvé de fortes variations, et se trouve même en définitif augmenté. Mais il serait imprudent de pousser trop loin des raisonnemens basés sur un exemple particulier.

410. Une *Mull-Jenny* ou *Jeannette* à 480 fuseaux, a produit à différentes époques :

Années.	Peloton de 40 à la livre.	Prix du travail par mille.
1806	6668	9 sh. 2 pence.
1823	8000	6 3
1832	10000	3 8

411. Voici un tableau des ouvriers occupés à

et en Écosse, montait à 240 000; il y en avait à peu près le même nombre en 1820; tandis que le nombre des métiers mus par la vapeur, de 14 000 en 1820 était monté à 55 000 en 1830. Si l'on observe que chaque métier mu par la vapeur fait autant d'ouvrage que trois métiers à la main, on trouvera que la quantité excédante d'ouvrage, produite en 1830, était égale au produit de 123 000 métiers à la main. Pendant cet espace de dix années, les tisseurs à la main sont restés dans une condition bien précaire et de gain et de travail.

413. Le développement de l'intelligence de la classe ouvrière peut seul la mettre en état de prévoir quelques-uns de ces perfectionnemens susceptibles de modifier la valeur de son travail. Les Banques d'épargne, les caisses de secours formées entre les ouvriers, sont des créations utiles pour diminuer les effets désastreux de ces révolutions dans l'industrie, et leurs avantages ne peuvent être trop souvent et trop fortement rappelés à l'attention des ouvriers ; mais il me semble aussi convenable de leur apprendre que la différence des métiers dans les membres d'une même famille est un préservatif encore plus sûr contre ces grands changemens, et qu'elle peut de plus adoucir d'une manière sensible les privations accidentelles qu'ils éprouvent par suite des oscillations fréquentes dans le prix de leur travail.

CHAPITRE XXXIII.

De l'effet des impôts et des restrictions légales sur l'industrie.

414. La création de tout impôt qui frappe une marchandise a pour effet direct d'exciter ceux qui la fabriquent et ceux qui en font usage à chercher quelques moyens d'échapper à la nouvelle exigence du gouvernement; et souvent ils en trouvent qui n'ont rien d'illégal. Aujourd'hui le papier à écrire est frappé d'un droit de 3 pence par livre (33 cent. par livre française): de là résulte qu'on fabrique généralement du papier très mince, afin de réduire autant que possible le poids d'un nombre donné de feuilles. Le premier impôt établi sur les fenêtres était réglé sur leur nombre et non sur leurs dimensions: dès qu'il fut mis en vigueur, les nouvelles maisons eurent moins de fenêtres qu'auparavant, mais ces fenêtres eurent des dimensions plus grandes. Les escaliers furent éclairés par des fenêtres extrêmement longues qui embrassaient trois ou quatre étages. Quand on augmenta l'impôt, et qu'on limita la dimension des fenêtres qui seraient considérées comme n'en

constituant qu'une seule, on prit encore bien plus d'attention à diminuer le nombre des fenêtres, et l'on chercha à éclairer les maisons par des ouvertures pratiquées à l'intérieur. Ces ouvertures furent imposées à leur tour; mais il fut aisé d'empêcher de les découvrir; et le dernier acte du parlement qui a réduit l'impôt sur les fenêtres a déclaré que ces ouvertures intérieures ne seraient plus imposables.

Ces changemens successifs dans le nombre, la forme et la position des fenêtres, peuvent quelquefois être assez utiles pour déterminer l'âge d'une maison.

415. Un impôt sur les fenêtres présente l'inconvénient de prohiber l'air et la lumière, et sous ces deux rapports il est insalubre. On n'apprécie pas assez l'importance de la lumière pour la conservation de la santé: dans les pays froids ou d'une température variable cette importance est beaucoup plus grande que dans les pays chauds.

416. Les impôts dont le gouvernement frappe nos manufactures intérieures sont souvent une cause d'inconvéniens graves, et arrêtent sensiblement la marche naturelle que suivraient les perfectionnemens de l'industrie. Pour augmenter le revenu de l'État, on force le fabricant à se munir d'une autorisation, et on l'oblige à travailler suivant certaines règles et sur des quantités fixées à chaque opération. Quand ces quantités de matières tra-

vaillées sont considérables, comme il arrive fréquemment, le fabricant, ainsi gêné, n'ose plus faire aucun essai avec de nouvelles matières; il répugne même à tenter de perfectionner sa méthode d'opération par des expériences très simples. Ainsi, quand on a voulu faire des essais pour trouver la qualité de verre la plus convenable aux instrumens d'optique, l'impôt sur la fabrication du verre présentait un obstacle à la facilité de ces essais. Il fallut obtenir une permission spéciale pour que les expériences fussent faites par des personnes capables, sans opposition de la part de l'autorité. Rappelons-nous cependant qu'on abuserait de semblables permissions si elles étaient souvent accordées. Le meilleur préservatif contre un abus de confiance semblable serait de s'en rapporter à la décision de la science pour éclairer l'opinion publique; par ce moyen l'administration supérieure, peu familière généralement avec les détails des arts, se trouverait à portée de juger du plus ou moins de convenance de la permission demandée, d'après la réputation de ceux qui proposeraient de l'accorder.

417. L'enquête faite en 1808 devant le comité de la chambre des communes, *sur la distillation du sucre et des mélasses*, a montré que, par un nouveau mode d'opérer un peu différent de celui prescrit par l'administration, on pouvait extraire vingt mesures d'eau-de-vie d'un poids donné de

grain qui n'en donne que dix-huit par le procédé ordinaire. Tout le changement consistait à étendre la *dissolution*, ce qui permettait à la fermentation d'acquérir un plus grand développement. Mais on trouva que ce changement introduirait de grandes difficultés dans la perception de l'impôt, et l'on pensa que, par cette raison, il ne serait pas très avantageux au distillateur, parce que toute nouvelle dépense dans la fabrication hausserait le prix de la marchandise pour le consommateur. Le règlement de l'impôt sur le charbon de terre a produit un effet plus fâcheux encore sur cette industrie. D'après l'enquête tenue à cet égard devant la chambre des communes, on voit qu'une quantité considérable de charbon est détruite inutilement sur le lieu d'exploitation. Cette quantité varie d'une mine à l'autre, mais quelquefois elle va jusqu'au tiers de la quantité totale exploitée.

418. Les droits sur l'importation des produits fabriqués à l'étranger présentent des effets aussi curieux. En voici un exemple singulier. Le fer en barres payait un droit de 140 pour 100 sur sa valeur à son entrée dans les États-Unis, tandis que le fer façonné, comme les objets de quincaillerie, ne payait que 25 pour 100 : de là est résulté qu'on a importé en Amérique des quantités considérables de barres de fer converties en *rails* de chemin de fer et qui sont entrées sous le nom de fer façonné. La différence de 115 pour 100 sur le droit était plus

que suffisante pour couvrir la dépense de la conversion du fer en *rails* avant son importation.

419. L'institution des droits, des remises, des primes à l'exportation, est sujette à des objections fort sérieuses, surtout lorsque ces droits représentent des sommes considérables, parce qu'alors ils donnent naissance à une infinité de fraudes. Les commissaires de la chambre des communes ont reconnu que, pour obtenir la prime sur les toiles de fil, on a exporté souvent des calicots qui en avaient la forme et l'apparence. Le calicot ainsi fabriqué se vendait 1 shilling 4 d. par yard, tandis que la toile de même finesse valait de 2 shillings 8 d. à 2 shillings 10 d. l'yard. L'enquête a montré qu'une seule maison avait ainsi vendu cinq cents pièces de faux calicot en six mois.

L'établissement de droits considérables ou de prohibitions sur des objets étrangers est une mesure à la fois nuisible et sans effet réel; car, excepté le cas où les articles prohibés sont d'une grande dimension, il s'établit constamment un prix clandestin pour leur entrée en contrebande. Quand le gouvernement crée de nouveaux droits et modifie les droits anciens, il serait toujours utile d'examiner l'extension que la contrebande a pu prendre. Malheureusement cette extension est si grande, et la contrebande si bien organisée en système de commerce, qu'on sait parfaitement le prix demandé par les contrebandiers pour intro-

duire beaucoup d'articles de France entièrement prohibés.

L'interrogatoire de M. Galloway prouve qu'en 1825 le prix de l'assurance pour exporter d'Angleterre les machines prohibées était de 30 à 40 pour 100, et que ce taux d'assurance diminuait lorsqu'il s'agissait de quantités considérables. L'enquête faite en 1817 sur le commerce de l'horlogerie montre qu'il existe certains individus qui font métier de prendre en France des montres, des dentelles, des soieries et d'autres objets précieux d'un transport facile, qu'ils livrent ensuite en Angleterre à 10 pour 100 au-dessus du prix que ces objets ont en France; cette somme de 10 pour 100 renfermant le prix du transport et les risques de la contrebande.

420. Souvent le procédé suivi dans la fabrication est modifié par la manière dont se trouve établi l'impôt sur la matière première ou sur l'objet fabriqué. Les verres de montre sont faits en Angleterre par des ouvriers qui achètent dans les verreries des globes de 5 à 6 pouces de diamètre; ils appliquent sur ces globes un verre de montre modèle, et en passant tout autour de ce verre un morceau de faïence très chaud, ils détachent de chaque globe cinq verres de montre; puis il les liment et les polissent sur les bords. Dans le Tyrol, ce sont les verreries mêmes qui fournissent les verres de montre bruts : l'ouvrier verrier applique un anneau

de verre froid sur chaque globe dès qu'il est soufflé, et en détache de suite un morceau de la dimension d'un verre de montre; puis il brise le reste du globe et le remet au creuset. Ce mode d'opérer ne pourrait pas s'employer en Angleterre avec la même économie, parce que l'impôt frappe sans distinction tout le verre qui sort une fois du creuset.

421. En présentant ces objections accidentelles contre le mode suivi dans l'établissement de certains impôts particuliers, je n'ai pas le dessein de conseiller leur suppression immédiate. Un examen plus suivi peut seul décider de leur plus ou moins de convenance, et cet examen n'entre pas dans l'objet de cet ouvrage. Les impôts sont les protecteurs essentiels de la liberté et de la propriété, et les inconvéniens que j'ai signalés sont bien faibles en comparaison de ceux qu'entraînerait leur suppression absolue. Cependant il est utile d'étudier les effets variés de chaque espèce de taxe imposée par le gouvernement, afin de n'adopter que celles qui nuisent le moins, en définitif, au développement de l'industrie productive d'une nation.

422. Quand on examine les effets que produit ou que peut produire le mode particulier adopté pour la perception d'un impôt, il faut faire une certaine attention aux intérêts de ceux qui attaquent ce mode et de ceux qui le défendent. Quelquefois des personnes même qui payaient un impôt au gouvernement se sont opposées à sa réduction :

c'est ce qui est arrivé à une classe particulière d'imprimeurs sur calicot, dont l'intérêt était opposé à la suppression du droit perçu sur les calicots imprimés; car ils recevaient le paiement du droit des mains du fabricant, deux mois avant d'être obligés de le payer au gouvernement, et se trouvaient ainsi avoir toujours dans leurs mains un capital considérable. La partie de l'enquête où cette circonstance est rapportée démontre parfaitement combien nos hommes d'État doivent s'armer d'une scrupuleuse attention dans la révision des droits actuels.

Question. « Auriez-vous connaissance d'une » opposition que les imprimeurs sur calicot ont, » dit-on, formée contre la suppression de l'impôt » sur les calicots imprimés?

Réponse. » Oui; j'ai entendu parler de cette op- » position, et je n'en suis pas étonné : il existe en » effet un petit nombre d'individus intéressés à la » conservation de l'impôt. Les imprimeurs sur ca- » licot se divisent en deux classes : l'une se com- » pose de négocians qui impriment leurs propres » toiles, les envoient au marché et les vendent » pour leur propre compte : ceux-là ordinairement » paient d'avance le droit au gouvernement, quel- » quefois avant même que la marchandise ne soit » vendue, mais le plus généralement avant qu'elle » ne leur soit payée, puisqu'ils vendent communé- » ment à six mois de crédit; ils ont donc le plus

» grand intérêt au rappel de l'acte qui établit l'im-
» pôt. L'autre classe se compose d'individus qui
» impriment pour d'autres personnes ; ceux-ci
» impriment à prix fait, et, en rendant les toiles
» imprimées, ils se font payer au comptant, et re-
» çoivent le montant du droit qu'ils ne doivent,
» en moyenne, remettre au gouvernement que
» neuf semaines après l'impression des toiles.
» Quand ils opèrent sur une grande échelle, les
» sommes dues au gouvernement montent souvent
» à 8 ou 10 000 livres sterling (200 à 250 000 fr.),
» ce qui leur fournit un capital de roulement avec
» lequel ils font marcher leur fabrique. Il n'est
» donc pas étonnant que ces messieurs s'opposent
» à notre pétition. »

423. Est-il d'une bonne politique de donner des primes de fabrication intérieure et d'augmenter les droits d'introduction pour certaines marchandises qui peuvent être produites plus économiquement à l'étranger? c'est une question très douteuse; et, excepté le cas où l'on veut introduire une nouvelle espèce de manufacture dans un pays où l'esprit commercial ou manufacturier est peu développé, ce système n'est guère susceptible d'une défense raisonnable. On ne peut trop blâmer tous ces moyens indirects d'imposer une classe de la société, celle des consommateurs, pour soutenir une autre classe, formée de certains manufacturiers, qui, autrement, cesseraient d'employer leurs ca-

pitaux dans l'industrie qu'ils exercent. Le prix de la marchandise ainsi produite se compose de deux parties : l'une comprend les frais de fabrication et l'intérêt ordinaire du capital; l'autre peut être regardée comme une espèce de charité faite au manufacturier pour l'engager à continuer un emploi désavantageux de son capital, afin de donner de l'occupation à ses ouvriers. Dans plusieurs cas, si l'on connaissait bien le montant exact de cette dernière partie du prix, ceux même qui défendent le consommateur seraient étonnés de l'énormité de la somme totale qu'il paie, uniquement par suite des droits ou des prohibitions d'entrée, et les deux parties resteraient convaincues qu'on doit renoncer à employer des capitaux dans ces genres d'industrie tout-à-fait improductifs.

424. Limiter les articles fabriqués dans une manufacture à de certaines dimensions déterminées est une mesure très utile pour l'économie de la fabrication. Il faut alors moins de différens outils et moins de changemens dans la manière de s'en servir. La marine présente un exemple frappant de ce genre d'économie. Les bâtimens étant divisés en plusieurs classes dont chacune comprend des navires de mêmes dimensions, les manœuvres fabriquées pour un bâtiment peuvent s'appliquer également à tout autre de la même classe.

425. Souvent la suppression d'un monopole amène des résultats d'une grande importance.

Jamais, peut-être, les effets d'une suppression semblable n'ont été plus remarquables que dans l'industrie des tulles, en 1824 et 1825; il est vrai que la manie frénétique des spéculations qui régnait à cette époque y contribua pour beaucoup. A cette époque, une des patentes prises par M. Heathcote, pour la machine à faire du tulle, appelée *tulle-bobin*, venait d'expirer, et une autre, pour un perfectionnement dans une espèce particulière de ces machines, appelé un *turn-again*, était près de toucher à sa fin. M. Heathcote avait cédé à plusieurs maisons le droit de se servir de la première patente, à raison de 5 livres sterling par an, par chaque quart d'yard de largeur dans la fabrication; de sorte qu'un métier à six quarts, qui fait du tulle d'un yard et demi de large, lui payait par année 30 livres sterling (600 fr.). La seconde patente était abandonnée depuis août 1823, parce qu'elle avait été éludée de différentes manières.

Il ne fut pas étonnant de voir, au moment où le principal brevet expira, une foule de personnes se jeter dans une industrie qui jusque là avait donné des résultats très avantageux. D'ailleurs la machine à faire du tulle occupe peu d'espace; circonstance qui la rend tout-à-fait propre au travail à domicile. Comme celles qui existaient déjà se trouvaient toutes entre les mains des grands fabricans, une sorte de rage d'en avoir de pareilles s'empara des esprits, et, sous l'influence de cette

espèce d'épidémie, une foule d'individus qui pouvaient risquer un petit capital, tels que des bouchers, des boulangers, de petits fermiers, des employés des contributions, des domestiques, quelquefois même des membres du clergé, ne pensèrent plus qu'à se procurer des machines à faire le tulle.

Quelques métiers se placèrent à loyer; mais généralement l'ouvrier acheta sa machine, en remettant des acomptes de 3 à 6 livres sterling par semaine pour un métier à six quarts. Un grand nombre des nouveaux ouvriers, ne sachant point se servir des machines ainsi achetées, se firent instruire par ceux qui les connaissaient déjà, et payèrent cette instruction jusqu'à 50 ou 60 livres sterling (1250 à 1500 fr.). Le succès des premiers amena des imitateurs; de sorte que les constructeurs de machines se trouvèrent surchargés de commandes pour des machines à tulle. Il s'était répandu une telle fureur d'en avoir, que beaucoup de personnes remirent d'avance aux constructeurs une partie du prix ou même tout le prix de la machine, pour être sûres d'être servies promptement; de là résulta, comme on pouvait s'y attendre, une augmentation dans le prix des journées des ouvriers employés à la construction de ces machines; et l'effet de cette augmentation se ressentit même à une distance éloignée de Nottingham, qui était le centre de cette manie singulière. De tous côtés

vinrent des ouvriers peu habitués à finir les pièces, qui gagnèrent de 30 à 42 shillings (de 37 à 50 fr.) par semaine; tandis que l'ouvrier habile gagna de 3 à 4 livres sterling (de 75 à 100 fr.). Un bon forgeur gagnait de 5 à 6 livres sterling (de 125 à 150 fr.) par semaine: quelques-uns même obtinrent jusqu'à 10 livres sterling (250 fr.). Pour faire les *parties dans œuvre* on payait chèrement les ouvriers horlogers qui venaient de toutes les villes des environs, et qui gagnèrent de 3 à 4 livres sterling (de 75 à 100 fr.) par semaine. Les ajusteurs qui organisaient ensemble les diverses parties des machines recevaient 20 livres sterling (500 fr.) pour leur travail; et une machine à six quarts pouvait se monter dans deux ou trois semaines environ.

426. Les bons ouvriers étant ainsi engagés sur tous les points à quitter des branches moins lucratives pour satisfaire à cette quantité extraordinaire de demandes, leurs anciens maîtres s'aperçurent bientôt que leurs ouvriers les quittaient tous, mais sans connaître immédiatement la cause de cette sorte d'émigration. Cependant quelques-uns des plus intelligens s'en doutèrent, et vinrent à Nottingham pour examiner les circonstances extraordinaires qui avaient dépeuplé leurs ateliers de tous les ouvriers horlogers; ils reconnurent de suite que les ouvriers qui, en faisant des horloges à Birmingham, gagnaient 25 shillings (30 fr.) par semaine, pouvaient gagner 2 livres sterling (50 fr.)

à Nottingham en travaillant à la construction des métiers à tulle.

En examinant un genre de travail aussi lucratif, les maîtres horlogers s'aperçurent qu'une partie des métiers à tulle, celle qui porte les bobines, pouvait se faire aisément dans leurs ateliers; aussitôt ils passèrent des marchés avec les fabricans de machines qui ne pouvaient travailler assez vite pour les commandes, et s'engagèrent à leur fournir les porte-bobines à un prix tel, qu'en retournant à Birmingham ils purent élever le salaire de leurs ouvriers, et les retenir chez eux en leur faisant gagner de bonnes journées. Cet arrangement offrit une nouvelle facilité pour la construction des métiers à tulle. Ces métiers se multiplièrent donc; une quantité énorme de tulle fut versée dans le commerce, et immédiatement on vit baisser le prix du tulle et la valeur des métiers. Ainsi, de tous ces nouveaux fabricans de tulle qui parurent à cette époque, les premiers firent pendant quelque temps de bonnes affaires; mais la masse générale fut tout-à-fait trompée dans ses espérances, et plusieurs des spéculateurs furent ruinés complètement. Cependant la vente s'augmenta par le bas prix de la marchandise, et en même temps par sa légèreté et sa beauté; et de nouvelles machines perfectionnées diminuèrent encore la valeur des premières, recherchées d'abord avec tant d'enthousiasme.

427. L'industrie des tulles est maintenant dans un état progressif d'extension et d'accroissement. Comme il est probable que dans quelque temps elle excitera plus vivement encore l'attention publique, je pense qu'une description rapide de sa situation actuelle aura quelque intérêt pour mes lecteurs.

Aujourd'hui, les métiers à tulle les plus parfaits fabriquent des pièces d'une largeur de 2 yards (66 pouces français), et peuvent, en marchant jour et nuit, produire 620 *racks* par semaine. La rack est une mesure qui comprend 220 points; et comme, dans le métier dont nous parlons, 3 racks font 1 yard (91 cent.), il produira par an 21 493 yards carrés de tulle. Ce métier occupe continuellement trois hommes qui sont à la pièce, et qui gagnaient, en 1830, 25 shillings chacun par semaine. Pour arranger les bobines on emploie deux enfans qui ne travaillent que de jour, et qui gagnent de 2 à 4 shillings, suivant leur adresse. 36 yards carrés de tulle ainsi fabriqué pèsent 2 livres 3 onces; de sorte que chaque yard carré pèse un peu plus de $\frac{3}{4}$ d'once.

428. Pour donner une description concise et nette de la situation actuelle de cette industrie, je profiterai d'une brochure de M. William, Jelkin de Nottingham, qui a pour titre : *Faits et Calculs relatifs à l'état actuel de la fabrication des tulles.* Cette brochure a paru en septembre 1831; les élémens qui la composent semblent réunis avec

soin, et dans une seule page elle offre une masse de faits d'une haute importance (1).

429. On estime que le capital employé dans les fabriques où l'on prépare le coton, dans celles où l'on fait le réseau, et dans les divers détails de cette fabrication, s'élève à 2 000 000 sterling (50 000 000 de francs); et que le nombre des personnes occupées par cette fabrication monte à environ 200 000.

Comparaison de la valeur des matières brutes importées, et de celle des matières fabriquées en Angleterre pour l'industrie du tulle et de la dentelle.

On emploie chaque année en Angleterre 1 600 000 livres de coton, qui représentent une valeur de 120 000 livres sterling (3 000 000 de fr.). On en fait du fil de coton qui pèse 1 000 000 livres, et qui vaut 500 000 livres sterling (12 500 000 fr.)

On emploie aussi 25 000 livres de soie brute qui coûtent 30 000 liv. sterl. (750 000 fr.); cette soie étant doublée par le tordage, vaut 40 000 livres sterling (1 000 000 fr.).

(1) Je ne puis m'empêcher d'exprimer ici le vœu que cet exemple soit suivi par d'autres genres d'industrie : de cette manière nous aurions un recueil de renseignemens également précieux pour l'ouvrier, pour le capitaliste, pour le savant et pour l'homme d'État.

Matières brutes.	Produits fabriqués.	Quantité fabriquée en yards carrés.	Valeur de l'yard carré.	Valeur totale.
Coton, 1 600 000 liv.	Tulle fabriqué avec des métiers mis en action par l'eau ou la vapeur........	6 750 000	1f 50c	10 546 900f
	Tulle au métier à bras...........	15 750 000	2. 5	34 453 125
	Tulle de fantaisie.	150 000	4 10	656 250
Soie, 25 000 l.	Soieries..........	750 000	2. 5	1 540 625
		23 400 000		47 296 890

Le tulle brut qui se vend à Nottingham est enlevé en partie par les agens de douze ou quinze des plus grands fabricans. Cette partie monte à 250 000 livres sterling (6 170 000 fr.) par an; le reste, qui représente une valeur annuelle de 1 050 000 livres sterling (25 125 000 fr.), passe dans les mains d'environ deux cents commissionnaires ou commis qui l'expédient dans les divers magasins de vente.

La moitié de ces tulles est exportée à l'étranger sans être brodée. Cette exportation est dirigée principalement sur Hambourg pour le Hanovre, aux foires de Leipsig et de Francfort; sur Anvers et sur le reste de la Belgique : il en passe aussi en France par contrebande; une certaine quantité est expédiée en Italie et dans les deux Amériques du Nord et du Sud. Quoique ce soit un article

d'un usage assez général, on n'en a expédié que des quantités insignifiantes au levant du cap de Bonne-Espérance. Les trois huitièmes de la fabrication se vendent à l'intérieur sans être brodés; le dernier huitième se vend brodé, et sa valeur augmente dans la proportion suivante.

Broderie.	Augmentation de valeur.	Valeur totale.
Sur tulle fabriqué avec des métiers mis en action par la force de l'eau ou de la vapeur..	3 296 000f	13 842 900f
Sur tulle fabriqué aux métiers à bras.......	30 146 500	64 599 625
Sur tulle de fantaisie...	1 968 750	2 625 000
Sur tulle de soie.......	2 759 375	4 400 000
Total, comprenant le prix de la broderie et le gain du fabricant..	38 150 625	85 467 525

Ainsi dans cette industrie, qui n'existait pas il y a vingt ans, une valeur primitive de 3 000 000 fr. en coton se transforme par la fabrication en une valeur définitive de 85 467 526 fr.

Voici une estimation approximative des prix qui sont payés aux ouvriers par semaine de travail; elle résulte de renseignemens que j'ai pris

auprès de plusieurs personnes familières avec les diverses branches de cette industrie.

Pour filer le coton et le doubler, les jeunes gens reçoivent 25 shillings (31 fr.), les enfans 7 shillings (8 fr. 40 c.) : ils travaillent 12 heures par jour.

Pour faire le *tulle-bobin* les hommes qui dirigent les métiers reçoivent 18 shillings (22 fr. 30 c.), les jeunes gens de quinze ans et au-dessus 10 shillings (12 fr. 50 c.) : ils travaillent 15 heures si le moteur est une machine à vapeur, une roue d'eau, etc., et seulement de 8 à 12 heures suivant la largeur du tulle, si le travail se fait au métier à bras.

Pour le raccommodage ou le *régalage* on paie aux enfans 4 shillings (4 fr. 75 c.), aux femmes 8 shillings (9 fr. 50 c.) : ils travaillent de 9 à 14 heures à volonté.

Pour enrouler et enfiler on emploie des enfans et des jeunes femmes, au prix de 5 shillings (6 fr.). Le travail est irrégulier et dépend de celui des machines.

Pour le *brodage* on emploie des enfans de 7 ans et au-dessus, qui gagnent de 1 à 3 shillings (de 1 fr. 20 c. à 3 fr. 50 c.), et qui travaillent de 10 à 12 heures; ou des femmes qui gagnent, en s'occupant régulièrement, de 5 shillings à 7 shillings 6 d. (de 6 à 9 fr.), et qui travaillent de 12 à 14 heures.

D'après le taux de ce prix payé pour broder les tulles, il arrive souvent, dans les villages, qu'un tisserand gagne dans sa semaine 7 shillings (8 fr. 40 c.) à fabriquer des bas, et que sa femme et ses enfans gagnent de 7 à 14 shillings (de 8 fr. 30 c. à 15 fr.), en travaillant à broder au métier.

430. Le *tulle-bobin* fabriqué au métier à bras se fait ordinairement dans des ateliers séparés, établis dans l'intérieur ou à côté de maisons particulières. Le tableau suivant montrera les diverses sortes de métiers employés, et les classes d'individus auxquelles ils appartiennent.

Métiers à tulle-bobin *en activité dans l'empire Britannique.*

Noms des métiers.	Largeur du tulle fabriqué.	Nombre des métiers.	
Métiers à bras, à levier......	6 quarts...	500	1351
	7 quarts...	200	
	8 quarts...	300	
	10 quarts...	300	
	12 quarts...	30	
	16 quarts...	20	
	20 quarts...	1	
à rouet......	10 quarts...	50	100
	12 quarts...	50	
		Total...	1451

Noms des métiers.		Largeur du tulle fabriqué.	Nombre des métiers.	
			De l'autre part.....	1451
Métiers à bras, à mouvement circulaire...		6 quarts...	100	1300
		7 quarts...	300	
		8 quarts...	400	
		9 quarts...	100	
		10 quarts...	300	
		12 quarts...	100	
à traverse, et autres.....		5 quarts...		750
	Total des métiers à bras....			3501
Métiers mis en mouvement par l'eau ou la vapeur.....		6 quarts...	100	1000
		7 quarts...	40	
		8 quarts...	350	
		10 quarts...	270	
		12 quarts...	250	
		16 quarts...	20	
	Nombre total des métiers de tous genres....			4501

Il y a 700 personnes qui ont	1 métier....	700
226	2	452
181	3	543
96	4	384
40	5	200
21	6	126
17	7	119
19	8	152
17	9	153
12	10	120

Il y a 8	personnes qui ont	11 mét.	88
6	....	12	72
5	....	13	65
5	....	14	70
4	....	16	64

Il y a 1192 métiers divisés entre 25 personnes, qui en ont 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 50, 60, 68, 70, 75, 95, 105, 206, ci.. 1192 métiers.

Nombre total des personnes, 1352, qui ont ensemble... 4500 métiers.

Les ouvriers à la main se composent de 1000 ouvriers qui ont des métiers à eux, et qui font partie du tableau précédent, et de plus de 4000 ouvriers à la journée, ou apprentis. Total, 5000 ouvriers.

Ces métiers sont répartis de la manière suivante :

A Nottingham................	1240
New-Radford..............	140
Old-Radford et Blomsgrove....	240
Ison-Green................	160
Bexton et Chelwell...........	130
New and Old-Sneaton.........	180
Derby et ses environs.........	185
Longborough et ses environs...	385
Leicester..................	95
Mansfield..................	85
Tiverton...................	220
	3060

De l'autre part.....	3060
Barnstable..................	180
Charel......................	190
Ile de Wight................	80
Dans divers autres lieux.......	990
Total......	4500

Ainsi un millier environ des individus qui ont des métiers en propriété travaillent à ces mêmes métiers, et sont à la fois, par rapport aux variations du prix de la main-d'œuvre, dans la classe des ouvriers et dans celle des maîtres : s'ils baissent les prix de vente, ils diminuent d'abord leur propre salaire comme ouvriers, et de plus ils diminuent accidentellement le prix de la main-d'œuvre pour tous les ouvriers qui travaillent dans la même partie. Un fait déplorable, c'est que plus de la moitié des onze cents personnes indiquées dans le tableau comme propriétaires d'un, de deux ou de trois métiers, ont été forcées de les engager pour des sommes au-dessus de leur valeur réelle, et sont actuellement, pour la plupart, complètement insolvables. Cette position désastreuse tient principalement à la baisse qu'a subie le prix des tulles, après la diminution du prix du coton travaillé : comme ces ouvriers devaient au marchand de coton, ils ont été forcés de payer des prix comparativement excessifs pour le fil qu'ils achetaient, et de vendre en même temps leurs produits aux plus bas prix du cours. En

outre ils n'avaient en général que des métiers étroits qui ne faisaient que des pièces courtes; et comme on a conservé le système absurde de blanchir et d'apprêter à tant la pièce des pièces de toutes dimensions et de toutes largeurs, les nouvelles machines ont été faites plus larges, et disposées de manière à fabriquer de longues pièces; ce changement a été au moins très nuisible aux petits propriétaires de métiers étroits, s'il ne les a pas ruinés complètement.

J'ai dit plus haut que dans les deux dernières années le prix de la main-d'œuvre dans cette industrie avait été réduit de 25 pour 100, ou de 24 shill. à 18 shill. (de 30 fr. à 22 fr. 5 c.) par semaine. Dans le même espace de temps le nombre des métiers a augmenté d'un huitième, ou de quatre mille à quatre mille cinq cents, et leur puissance productive a augmenté en même temps d'un sixième. Les propriétaires des métiers actuels doivent faire la plus sérieuse attention à l'introduction progressive, dans l'industrie des tulles, de machines capables d'une production énorme; car, à moins d'une augmentation immense dans les demandes, elles doivent déprécier de plus en plus la valeur des anciens métiers, et leur résultat immédiat sera de réduire les petits propriétaires à l'état d'ouvriers à la journée. Un fait curieux, et qui démontre les progrès rapides de la mécanique dans cette partie, c'est qu'il existe aujourd'hui des métiers à *tulle-bobin* qui

n'emploient que trois hommes par jour, à six heures pour chacun, et qui fabriquent à l'année vingt mille yards carrés de tulle de bonne qualité. D'après ce fait, on ne peut nier qu'une fois que ces machines puissantes seront assez multipliées, et en supposant que les demandes actuelles n'augmentent pas, la valeur déjà bien faible des seize ou dix-sept cents métiers étroits qui existent actuellement tombera de moitié ou même au-dessous; alors le prix des journées de ceux qui travaillent à ces métiers diminuera d'un tiers, et les ouvriers employés aux autres métiers à bras auront leur salaire réduit des trois quarts, ou, ce qui est la même chose, ils seront forcés d'augmenter la durée de leur travail dans la même proportion.

431. Cet extrait nous permet d'apprécier l'importance actuelle de la fabrication du *tulle-bobin*. Cette industrie est susceptible d'acquérir un développement immense quand le Levant sera plus accessible à notre industrie, puisque, suivant M. Felkin, nous pouvons expédier à l'étranger, à 40 c. l'yard carré, du tulle de coton de belle et bonne qualité, propre à faire des rideaux ou d'autres objets d'utilité ou de décoration, et que nous pouvons de même livrer à 60 c. l'yard carré un autre genre de tulle très employé dans la parure des femmes.

532. *Des patentes* ou *brevets.* — Afin d'encoura-

ger l'importation, le perfectionnement, l'invention des machines, et généralement les découvertes industrielles, on a établi dans divers pays l'usage particulier d'accorder aux inventeurs ou à ceux qui importent une invention de l'étranger, un privilége exclusif pour utiliser leurs découvertes pendant une certaine période d'années. Ces autorisations de monopole s'appellent des patentes ou brevets, et sont accordées au prix d'un certain droit, pour une durée de temps qui varie depuis cinq jusqu'à vingt ans.

Le tableau suivant, extrait du rapport fait en 1829 par la commission de la chambre des communes, présente le prix et la durée des brevets dans divers pays.

NOMS DES PAYS.	Prix du brevet.	Durée du brevet.	Nombre accordé en six ans, de 1820 à 1826.
Angleterre.	3000 f	14 ans.	914
Irlande.	3125	14	
Écosse.	2500	14	
Amérique.	160	14	
France.	300 800 1500	5 10 15	1091
Pays-Bas.	de 150 à 750 f	5, 10, 15	
Autriche.	1062	15	1099
Espagne (1), invention	511	15	
perfectionn.	306	10	
importation.	255	6	

(1) Le prix d'un brevet en Espagne, suivant le rapport, est, dans ces trois cas, de 2000, 1200 et 1000 réaux. Si ce sont des réaux de *vellon*, suivant l'usage adopté à Madrid, les sommes indiquées dans le tableau sont exactes; mais si ce sont des réaux d'argent, il faut à peu près les doubler. (A.)

433. Il est sans doute très important de conserver à l'inventeur l'emploi exclusif de son invention, jusqu'à ce qu'il soit amplement indemnisé des dépenses qu'il a faites, des chances qu'il a courues, et qu'il soit récompensé dignement du talent qu'il a montré. Mais telle est la diversité des différens degrés de mérite, telle est la difficulté de présenter une bonne législation à cet égard, que jusqu'ici on n'a jamais pu combiner une loi qui ne soit pas exposée aux objections les plus sérieuses dans la pratique.

En Angleterre il est fort difficile de défendre un brevet devant les tribunaux, et sur le nombre total des procès intentés pour des causes semblables, on n'en trouve qu'un très petit nombre où le possesseur du brevet ait gagné. De là est résulté que quelques fabricans ne regardent point un brevet comme un privilége destiné à leur assurer un prix de monopole, et vendent l'objet breveté à un prix tel, qu'il leur rend purement l'intérêt ordinaire du capital déboursé. De cette manière ils s'assurent une fabrication exclusive, parce qu'aucun de leurs concurrens ne peut trouver le moindre avantage à s'emparer d'un brevet dont l'emploi est ainsi limité.

434. La loi qui consacre le droit de propriété des ouvrages a quelque rapport avec celle qui autorise les brevets. Remarquons à ce sujet que cette propriété, dont l'acquisition demande le talent le

plus élevé et les soins les plus assidus, et que l'homme se crée seulement par la force de son esprit, est la dernière de toutes les espèces de propriétés qui ait été reconnue par le gouvernement. Heureusement il n'est pas difficile de juger les violations de la propriété littéraire; cependant la loi actuelle présente encore, en certains cas, quelques difficultés, et devient souvent un obstacle au mouvement progressif des lumières.

435. Puisque nous examinons en général les restrictions légales qu'on a cru devoir imposer à la liberté entière de l'industrie, j'appellerai l'attention sur l'utilité d'une loi nouvelle qui autoriserait l'existence d'associations où la responsabilité d'un ou de plusieurs associés serait limitée à des sommes déterminées. Une loi semblable produirait des effets avantageux sur notre système commercial et manufacturier. Elle serait sans doute sujette à de fortes objections; mais au premier coup d'œil il semble qu'elle favoriserait extrêmement le développement de cette division de travail qui peut s'appliquer avec un égal avantage aux opérations de l'esprit et du corps, et probablement elle améliorerait sensiblement la position actuelle du talent dans les associations industrielles. En Angleterre il se rencontre beaucoup de petits capitalistes qui ne sont pas doués de la faculté d'invention dans les arts chimiques et mécaniques, et qui cependant peuvent assez bien juger le mérite d'une inven-

tion, et surtout apprécier le caractère des hommes. Pour de semblables personnes il serait avantageux de trouver des ouvriers inventifs qui ne peuvent réaliser leurs idées, faute de capitaux, et si elles formaient avec ces ouvriers des associations où leur responsabilité serait limitée, elles pourraient retenir dans des limites convenables l'imagination de l'inventeur, et rendraient service à leur pays, en fournissant l'argent nécessaire pour réaliser d'utiles projets, et en s'assurant à elles-mêmes un bénéfice justement acquis.

436. Parmi les règlemens restrictifs institués dans l'intérêt général de nos manufactures, il en existait un qui défendait expressément aux ouvriers de quitter l'Angleterre. Une loi aussi contraire à tout principe de liberté n'aurait jamais dû être mise en vigueur; cependant elle n'a été annulée qu'au bout d'un certain temps, et lorsque les législateurs ont été bien convaincus de son inutilité absolue. Lorsqu'à la fin de la grande guerre continentale, des relations étendues se rétablirent entre l'Angleterre et le reste de l'Europe, on reconnut bientôt qu'il était impossible de découvrir les divers déguisemens que pouvaient prendre les ouvriers. L'effet de cette loi interdictive était bien plutôt d'effrayer par la crainte du châtiment ceux qui avaient quitté le pays et de les empêcher de revenir, que d'arrêter la disposition de ceux qui voulaient passer à l'étranger.

On dit généralement que les gouvernemens doivent s'interposer le moins possible entre le maître et l'ouvrier, et ce principe est si bien consacré, qu'on doit soigneusement se prémunir contre les fausses conséquences qu'on en pourrait déduire. La proposition que j'ai faite de payer les ouvriers en argent n'a rien de contraire à la liberté de l'industrie, et ne tend qu'à la protéger contre la fraude. Je m'écarterai encore moins du principe général que je viens de rappeler, en demandant qu'on limite le nombre d'heures pendant lesquelles les enfans doivent travailler dans les fabriques, ainsi que l'âge auquel ils pourront commencer chaque genre de travail; car ces enfans ne peuvent être considérés comme des individus libres ou capables de juger s'ils sont libres ou non. L'humanité se réunit au désir de la tranquillité publique pour demander que les lois leur accordent une protection particulière. Dans les deux cas que je viens de citer, il est aussi politique et aussi juste de défendre le plus faible contre la force et la fraude, qu'il serait injuste et impolitique que le Gouvernement intervînt jamais dans la fixation du salaire que les ouvriers doivent recevoir.

CHAPITRE XXXIV.

De l'exportation des machines.

437. Depuis quelques années il n'existe plus d'acte du Parlement qui interdise rigoureusement aux ouvriers la faculté de se transporter dans des pays où ils seraient mieux payés de leur industrie; mais la loi défend l'exportation à l'étranger de la plus grande partie des machines qui se trouvent employées dans nos fabriques intérieures. Pour justifier cette prohibition, on allègue la crainte que les étrangers ne s'emparent de nos perfectionnemens mécaniques les plus avantageux, et n'élèvent une concurrence redoutable à nos manufactures. Au fond, l'effet de cette prohibition revient à sacrifier les intérêts d'une classe d'individus, les constructeurs de machines, à ceux d'une autre classe qui emploie ces mêmes machines. Outre qu'il est tout-à-fait impolitique au Gouvernement d'intervenir sans nécessité entre ces deux partis d'intérêts opposés, on doit observer que la première classe, celle des constructeurs de machines, est bien plus intelligente que la seconde; et, bien qu'aujourd'hui cette première classe ne soit pas la plus nombreuse, cependant, si le Gouvernement supprimait cette

prohibition qui retient son développement, on peut penser avec raison qu'après quelques années, et lorsque l'effet de cette suppression aurait pu se faire sentir, cette première classe deviendrait assez considérable pour surpasser en quantité numérique celle qui emploie aujourd'hui les machines.

438. Les défenseurs de ces prohibitions prétendent qu'il est possible et utile d'empêcher la transmission des inventions nouvelles d'un pays à l'autre, et en cela ils me semblent considérer sous un point de vue beaucoup trop resserré la possibilité ou même la probabilité des nouveaux perfectionnemens qui peuvent s'introduire dans la mécanique pratique.

439. Pour examiner cette question, supposons deux fabricans d'un même objet de commerce, l'un placé dans un pays où la main-d'œuvre est à bas prix, mais où les machines sont mauvaises et les moyens de transport lents et dispendieux; l'autre établi dans un pays manufacturier où la main-d'œuvre est chère, mais où les machines sont excellentes et les moyens de transport rapides et économiques. Supposons que ces deux fabricans envoient leurs produits au même lieu de vente, et que chacun d'eux, par la vente de sa marchandise, retire de son capital l'intérêt ordinaire que doit rapporter l'argent dans son pays. Les premiers perfectionnemens dans les machines se feront certainement dans celui des deux pays qui se trouve le plus avancé en civilisa-

tion, parce qu'en admettant même qu'il y ait autant d'esprit d'invention des deux côtés, les moyens d'exécution seront totalement différens pour l'un et pour l'autre. Tout perfectionnement nouveau exécuté dans le pays riche fera immédiatement baisser le cours de l'objet, sur la place où se présenteront les deux concurrens. Cette baisse sera un premier avertissement au fabricant du pays pauvre, et il s'efforcera de compenser la diminution de son bénéfice par un nouvel accroissement d'industrie et d'économie dans son travail. Mais bientôt il s'apercevra que ce n'est là qu'un moyen précaire de remédier au mal, et que le prix du marché commun continue à baisser. Alors il en viendra à examiner les produits de ses concurrens, espérant découvrir dans ces produits mêmes le secret qui permet de les fabriquer à plus bas prix. Si ses essais sont infructueux, et il en arrive ordinairement ainsi, il faudra qu'il cherche à perfectionner ses propres machines ou à obtenir des renseignemens exacts sur les nouveaux perfectionnemens introduits dans les fabriques du pays riche. Après avoir peut-être tenté en vain d'obtenir ces renseignemens par correspondance, il partira pour visiter les fabriques de ses rivaux; mais de semblables établissemens ne sont pas aisément accessibles à un fabricant étranger et à un concurrent, et plus l'invention qu'il veut voir sera nouvelle, moins il pourra en approcher. Ainsi, ce qu'il aura de mieux à faire sera de s'adresser aux ouvriers qui travaillent

à la fabrication des machines ou qui en font usage, pour en tirer les renseignemens qu'il désire. Privé de dessins, et ne pouvant examiner par lui-même les nouvelles machines, il aura beaucoup de peine à obtenir quelque résultat précis : il risquera d'être trompé par certains ouvriers rusés qui s'en font un jeu, et sera exposé à mille chances d'erreur. Mais supposons qu'il revienne chez lui avec des dessins et des renseignemens parfaitement exacts; alors il faudra qu'il commence à construire ces machines nouvelles, ce qu'il ne fera jamais avec autant de perfection ou d'économie que ses concurrens de l'autre pays. Supposons cependant qu'après un certain temps ses machines soient achevées et mises en travail, et cherchons dans quelle situation se trouvera à cette époque le fabricant du pays riche.

440. Ce fabricant, au début de sa nouvelle machine, aura réalisé un bénéfice sensible en vendant à l'intérieur, au prix ordinaire, une marchandise qui lui coûte moins à produire; ensuite il en aura réduit le prix dans son pays et sur les marchés étrangers, afin de donner plus d'extension à sa vente : et c'est alors que le fabricant du pays pauvre a ressenti les premiers effets de la concurrence. Maintenant, si nous supposons que depuis la première application du nouveau perfectionnement dans le pays riche, jusqu'au commencement de son introduction dans le pays pauvre, il s'écoule deux ou trois ans seulement; si nous admettons même

que le fabricant inventeur soit resté stationnaire durant cet intervalle, il n'en est pas moins vrai qu'à cette époque où les procédés de la fabrication seront semblables de part et d'autre, le fabricant inventeur aura recouvré une portion si considérable du déboursé nécessité par son invention, qu'il pourra faire une plus grande réduction sur le prix de sa marchandise, et qu'il rendra ainsi le profit de son rival bien inférieur à celui qu'il s'est acquis par sa propre industrie.

441. Mais on prétend qu'en permettant l'exportation des machines, les fabricans étrangers pourraient se procurer des machines aussi parfaites que les nôtres. La première réponse qui se présente à cet argument, c'est la citation de ce principe général dont ce livre n'est que le développement : *Pour réussir dans toute entreprise manufacturière, il faut non-seulement avoir de bonnes machines, mais il faut aussi que l'économie intérieure de la manufacture soit organisée avec la plus scrupuleuse attention dans tous ses détails.*

La vérité et l'importance de ce principe sont parfaitement démontrées dans le rapport de la commission de la chambre des communes, sur l'exportation des outils et des machines ; aussi ce n'est qu'après m'être pénétré entièrement des opinions et des détails de l'enquête présentée dans ce rapport, que j'ai cru pouvoir offrir à mes lecteurs mes propres observations sur une matière

déjà étudiée par nos hommes d'État les plus distingués.

« En supposant même, est-il dit dans ce rapport, qu'on puisse se procurer sur le Continent les mêmes machines que nous employons en Angleterre, plusieurs personnes très capables de juger cette question, parmi les ingénieurs ou fabricans interrogés, pensent que les fabriques du Continent auront toujours à lutter contre un grand nombre de difficultés, telles que le défaut de dipositions convenables dans leur intérieur, l'imperfection de la division du travail dans la fabrication, le manque d'adresse et de persévérance dans les ouvriers, de hardiesse dans les maîtres; et que ces difficultés jointes à l'infériorité de la position sociale des industriels sur le Continent, et à l'absence de masses de capitaux comparables aux masses versées dans l'industrie anglaise, empêcheront toujours les étrangers de prétendre à la moindre concurrence avec l'Angleterre dans les principales branches de son industrie. A ce sujet la commission soumet à la chambre l'interrogatoire suivant, qui lui semble digne de son attention.

Question. « Je vous demanderai en général si » vous pensez que nos manufacturiers puissent » avoir quelque danger à redouter, comme con» currence, dans le cas où la France serait pour» vue de machines aussi parfaites que les nôtres?

Réponse. » Dans cette supposition même, la

» France restera en arrière de l'Angleterre tant
» que les habitudes de son peuple ne se rapproche-
» ront pas des nôtres; et même on peut dire généra-
» lement qu'elle doit rester toujours en arrière, par
» plusieurs raisons que j'ai déjà développées.

Question.» Expliquez-vous sur ce dernier point.

Réponse. » Il me suffira de dire qu'un fabricant
» de coton de Manchester qui aurait quitté cette
» ville il y a sept ans, et qui, ne connaissant que
» les procédés de cette époque, reviendrait s'y éta-
» blir aujourd'hui, ne pourrait soutenir la con-
» currence avec ses confrères : car ceux-ci, toujours
» fixés à Manchester, ont profité pendant cette du-
» rée de sept ans de tous les perfectionnemens intro-
» duits dans la fabrication, et ces perfectionnemens
» sont immenses. Cette progression continuelle de
» savoir et d'expérience est notre grande force,
» notre grand avantage sur toutes les nations qui
» voudraient tenter de rivaliser en industrie avec
» l'Angleterre. »

» Nous aussi nous ferons remarquer que ces perfectionnemens continuels et presque journaliers dans la construction ou l'application de nos machines, tiennent dans un exercice continuel ce savoir et cette expérience, nos plus grands moyens de prospérité; et, dans l'opinion de plusieurs personnes interrogées, quand l'Europe posséderait toutes les machines qui se trouvent en activité dans les trois royaumes, quand elle serait aidée d'autant

d'ouvriers anglais qu'elle voudrait, alors même les avantages naturels ou acquis par le travail à notre Angleterre conserveraient pendant des siècles à ses fabriques leur supériorité actuelle. Plusieurs même pensent que, si l'on permettait complètement l'exportation des machines, cette exportation ne comprendrait presque que des instrumens ou des machines déjà dépassés par de nouvelles inventions, et qui s'emploient encore, par l'impossibilité où l'on est de s'en débarrasser, et souvent au grand désavantage de notre commerce et de notre fabrication. L'enquête fait naître même une idée qui mérite quelque examen; c'est que, dans la supposition où l'exportation serait parfaitement libre, l'augmentation des demandes étrangères pour les machines ouvrirait un nouveau champ à l'invention et à l'habileté de notre classe ouvrière; et bien que leur construction ait subi dans ces derniers temps des perfectionnemens de la plus haute importance, on pourrait prédire hardiment que ce vaste système de perfectionnemens s'étendrait bien au-delà des limites actuelles.

» Aucun autre pays ne présente cet ensemble admirable de facilités de détail pour la construction des machines et la fabrication des objets d'utilité générale que possède l'Angleterre, et qui sera presqu'à jamais son apanage exclusif. C'est un fait avoué que le peuple anglais ne connaît point de rival en habileté et en industrie; que sa force productive

est immense ; qu'il est doué d'un génie supérieur et presque illimité pour inventer des perfectionnemens continuels dans les machines, et faciliter la confection des objets d'un usage général. C'est un avantage inestimable que cette liberté laissée à chacun par notre gouvernement d'employer son capital, son travail, ses talens, de la manière la plus productive pour ses intérêts : des canaux se creusent, des chemins de fer se construisent par des associations volontaires de personnes qui, par leur connaissance des localités, peuvent établir ces grandes communications dans les positions les plus convenables. De semblables avantages ne peuvent exister chez des peuples moins libres que le peuple anglais. Cette réunion de circonstances diverses lui donne une telle supériorité, qu'il ne peut craindre raisonnablement à l'avenir aucune sorte de rivalité, soit dans la construction des machines, soit dans la fabrication de toute espèce d'objets d'utilité générale. »

442. Admettons même qu'il soit désirable d'empêcher l'exportation de certaines sortes de machines; il sera toujours de la plus complète évidence que, dans un pays où l'on permet l'exportation libre de différentes sortes d'objets, il est impossible d'empêcher l'exportation par contrebande de l'objet prohibé : cette exportation se trouvera seulement grevée d'un risque plus ou moins grand, que le contrebandier sait estimer à sa juste valeur.

443. D'autres considérations semblent encore indiquer que, dans le cas de l'exportation libre, les nouveaux perfectionnemens ne seraient pas exportés à l'étranger aussi immédiatement qu'on l'a supposé, et que le principe puissant de l'intérêt personnel tournerait les idées des fabricans de machines vers une direction totalement différente. Lorsqu'un grand constructeur aura inventé quelque nouvelle machine propre à effectuer une certaine opération, ou quand il aura fait quelque perfectionnement remarquable sur les machines actuellement en usage, à qui s'adressera-t-il de suite pour vendre ses nouvelles machines? Sans aucun doute, dans la majeure partie des cas imaginables, il fera part de sa découverte à ses cliens les plus voisins et les meilleurs, aux personnes qu'il peut voir immédiatement et par lui-même, et dont il connaît le mieux la solvabilité. Il entrera en relation avec eux, leur offrira de recevoir leurs commandes pour la nouvelle machine, et ne pensera pas à informer de sa découverte aucun de ses correspondans étrangers, tant qu'il trouvera à l'intérieur assez de commandes pour utiliser toute la force productive de ses ateliers. Ainsi le constructeur de machines est lui-même intéressé à réserver toujours à ses compatriotes les premiers avantages des perfectionnemens qu'il peut inventer.

444. Il est reconnu que les constructeurs de Londres préfèrent les commandes à l'intérieur, et

qu'ils ont l'habitude de faire supporter aux étrangers une augmentation sur le prix. L'enquête faite devant le comité de l'exportation des machines donne même la quotité de cette augmentation : elle est différente d'un constructeur à un autre, et varie de 5 à 25 pour 100 sur le montant de la commande. Cette augmentation de prix a deux causes : si la machine est assez compliquée, le fabricant doit envoyer pour la monter un de ses meilleurs ouvriers, bien accoutumé au travail de la fabrique; et il est très vraisemblable que cet ouvrier recevra des offres avantageuses qui le détermineront à rester à l'étranger ; secondement, si la machine est simple et peut être montée sans l'aide d'un ouvrier anglais; cependant, pour conserver la réputation du constructeur, pour prévenir les accidens que pourrait entraîner le défaut d'habitude suffisante dans ceux qui doivent s'en servir, on renforce quelquefois certaines parties de la machine, et on en soigne plus attentivement la confection que si elle était destinée à un Anglais; car toute espèce de défaut ou d'accident qui pourrait se manifester dans le service ordinaire, coûterait bien plus à réparer en pays étranger qu'en Angleterre.

445. La classe qui fabrique les machines est plus habile, et gagne plus que la classe qui ne fait que s'en servir. Si l'exportation des machines était libre, la première et la plus importante de ces deux classes prendrait, sans aucun doute, un grand ac-

croissement; car, malgré le haut prix de la main-d'œuvre, il n'existe pas de pays où l'on puisse actuellement fabriquer des machines avec autant de perfection et d'économie qu'en Angleterre. Ainsi nous pourrions fournir des machines au monde entier, avec un avantage évident et pour nous et pour les acheteurs. A Manchester et dans ses environs, plusieurs milliers d'hommes travaillent uniquement à faire des machines, qui donnent elles-mêmes du travail à plusieurs cent milliers d'hommes uniquement occupés à s'en servir. Mais l'époque n'est pas encore bien éloignée où le nombre entier de ceux qui se servaient de machines à Manchester ne surpassait pas le nombre de ceux qui les fabriquent aujourd'hui. Conséquemment, si l'Angleterre devenait un centre d'exportation de machines, elle devrait nécessairement avoir une classe nombreuse d'ouvriers très habiles et très bien payés; et quoiqu'elle eût probablement un moins grand nombre de fabriques dans les autres genres d'industrie, ces fabriques auraient encore un avantage inappréciable, celui de profiter les premières de tous les perfectionnemens nouveaux introduits dans le mécanisme de la fabrication. Dans notre pays ainsi converti en un vaste atelier de construction, toute diminution essentielle des commandes extérieures porterait sur une classe plus capable de résister que cette classe malheureuse qui vit au jour le jour, et qui souffre aujourd'hui à chaque

refroidissement subit qu'éprouve la consommation des produits industriels: car cette dernière travaillerait en général pour la consommation intérieure, et ne sentirait plus que l'effet de crises beaucoup adoucies.

446. Mais on a craint que les étrangers, après avoir acheté une fois nos machines, cessent d'en demander de nouvelles. Pour détruire entièrement cette objection, rappelons-nous les détails que j'ai donnés plus haut sur le progrès rapide des perfectionnemens mécaniques dans toute espèce de fabrication, rappelons-nous le temps qui s'écoule moyennement d'un perfectionnement à celui qui le remplace. Si l'étranger ne s'empressait pas de se procurer chaque nouvelle machine inventée en Angleterre, et d'en adopter l'usage, nos fabricans ordinaires étendraient de suite leurs conquêtes commerciales, et viendraient faire la guerre à leurs rivaux dans leurs propres foyers.

447. On pourrait dire aussi que, dans chaque espèce de machine, il existe un *maximum* de perfection impossible à dépasser. En effet, les pas qui se font aujourd'hui dans la carrière des perfectionnemens sont bien petits en comparaison des pas de géant qui les ont précédés. Mais je ferai remarquer que ces petits perfectionnemens de détail ne peuvent naître que dans les pays qui possèdent un grand nombre de machines déjà en activité, et alors ils peuvent exercer un effet im-

mense sur le pouvoir total de production. D'ailleurs, en admettant que certaines espèces particulières de machines puissent arriver, après une longue période de temps, à un degré de perfection désespérant pour les futurs inventeurs, il serait absurde d'étendre cette supposition à toute espèce de machines. En réalité, la mécanique pratique est loin de la limite de la perfection, excepté dans quelques branches de nos fabriques extrêmement étendues, et ces branches sont jusqu'ici très peu nombreuses.

448. Un argument assez fort en faveur de l'exportation libre des machines, c'est qu'elle présenterait des facilités particulières aux capitalistes pour employer leurs fonds de la manière la plus avantageuse dans l'industrie. Si l'exportation des machines était déclarée libre, une semblable mesure amenerait sans aucun doute un nombre considérable de demandes; et alors si quelque branche particulière de nos manufactures cessait de donner le bénéfice ordinaire du capital, la perte du capitaliste commanditaire se trouverait réduite par l'ouverture de cet immense marché où il pourrait vendre ses machines à des acheteurs mieux placés pour s'en servir. D'un autre côté, le fabricant qui imaginerait quelque nouveau perfectionnement mécanique pourrait plus promptement le mettre à exécution, parce qu'il aurait toute facilité de vendre ses anciennes ma-

chines à l'étranger. C'est un fait qui semble bien constaté, que l'Angleterre, malgré les droits et le haut prix de la main-d'œuvre qui pèsent sur ses produits industriels, peut vendre à plus bas prix que toute autre nation manufacturière; et ce fait semble n'être qu'une conséquence de trois causes principales : l'excellente qualité et le bas prix de ses métaux, qui sont les matières premières des machines; la supériorité de ses outils; enfin l'arrangement admirable qui règne dans l'économie intérieure de toutes ses manufactures.

449. Le plus ou moins de facilité qui s'offre pour le déplacement des capitaux influe singulièrement sur le bénéfice réel que rapportent les différentes branches de l'industrie manufacturière. En effet, en supposant même que toutes les causes ordinaires de perte ou de gain dans le commerce influent également et successivement sur tous les genres d'industrie, cependant le bénéfice absolu du capitaliste peut être étrangement modifié par le plus ou moins de perte qu'il éprouvera en déplaçant ses capitaux pour profiter d'une variation dans le prix de tel ou tel objet de fabrication.

450. Ceci paraîtra plus clair au moyen d'un exemple. Supposons que deux capitalistes aient placé 250 000 fr. dans deux entreprises différentes. A devra fournir l'eau nécessaire à un quartier, au moyen d'une machine à vapeur et de tuyaux de fonte; B aura une fabrique de tulle. A aura dépensé

75 000 fr. en constructions primitives et en établissement d'une machine à vapeur, et 175 000 fr. en tuyaux de fonte placés en terre pour la distribution de l'eau. La plus grande partie de cette dernière dépense consiste en paiemens d'ouvriers; et si l'on enlevait les tuyaux, leur détérioration les rendant de peu de valeur, les réduirait au prix du vieux fer, tandis qu'il en coûterait beaucoup pour les enlever. Ainsi nous supposerons que A, s'il était obligé d'abandonner son entreprise, ne pourrait réaliser que 100 000 fr. sur la vente de son matériel; tandis que B, en vendant sa fabrique et ses métiers à tulle, pourra réaliser 200 000 fr. Enfin supposons que le capital employé dans l'une et l'autre opération rapporte 20 pour 100 comme intérêt ordinaire; alors nous avons :

	Capital d'établissem.	Produit de la vente du matériel.	Intérêt annuel.	Bénéfice.
Entreprise de distribution d'eau........	250,000	100,000	20	50,000
Fabrique de tulle...	250,000	200,000	20	50,000

Maintenant, supposons que par l'effet de la concurrence ou de toute autre cause, le bénéfice de la fourniture d'eau diminue jusqu'à 10 pour 100; cette baisse n'engagera pas cependant le capitaliste A à se liquider, pour porter son capital dans l'industrie des tulles; car le bénéfice réduit de la distribution d'eau montera encore à 25 000 fr., tandis

que si A se liquidait, la vente du matériel de cette entreprise ne lui rendrait que 100 000 fr., comme nous l'avons admis, et ces 100 000 fr. étant placés dans l'autre industrie, ne lui rapporteraient que 20 000 fr. En résumé, il faudrait que l'entreprise de la fourniture d'eau ne rapportât que 8 pour 100, pour que l'entrepreneur pût trouver quelque avantage à porter son capital dans l'industrie des tulles.

451. Quiconque veut examiner la probabilité d'une concurrence plus ou moins nuisible à nos manufactures de la part des fabriques étrangères, doit faire une attention toute spéciale à la facilité avec laquelle les transports s'effectuent en Angleterre, à cette masse de capitaux employés chez nous en routes, en canaux, en machines de toute espèce, etc., et dont la plus grande partie a été remboursée intégralement par les produits de ces entreprises; enfin au bas prix auquel l'abondance de notre combustible nous permet de produire le fer, base de toutes les machines. Une observation semblable est faite par M. de Villefosse dans le Mémoire que j'ai déjà cité : « Ce qu'on nomme en » France la question du prix des fers, dit-il, est à » proprement parler la question du prix des bois, » et la question des moyens de communication » intérieure par les routes, fleuves, rivières et » canaux. »

J'ai donné au paragraphe 215 un tableau du prix des fers dans les différens pays de l'Europe, et l'on

a vu que l'Angleterre produit le fer au plus bas prix, et la France au plus haut prix de tous. On évalue approximativement la longueur des routes qui couvrent l'Angleterre et le pays de Galles à 20000 milles anglais (32 000 kilom.) de routes à péage, et 100 000 milles anglais (160 000 kilom.) d'autres routes de deuxième classe. Le développement de la navigation intérieure en France et en Angleterre est présenté dans le tableau suivant aussi exactement que me l'ont permis les renseignemens que j'ai pu recueillir.

En France (1).	Kilomètres.
Rivières navigables................	7468,8
Canaux achevés...................	1464,8
Canaux en construction en 1824.....	2220,8
	11132,4

Si nous réduisons ces nombres dans le rapport de 37 à 10, rapport de l'étendue de la France à celle de l'Angleterre et du pays de Galles réunis, nous aurons le tableau suivant.

(1) Ce tableau est tiré du *Dictionnaire hydrographique* de Ravinet (1824). (A.)

	En Angleterre (1).		Partie de la France égale en étendue à l'Angleterre réunie avec le pays de Galles.
		kil.	kil.
Rivières navigables..........		2041	2018,5
Navigation à l'embouchure des fleuves (2)................		873,50	
Canaux de 1re classe..	3237		
de 2e classe..	241		
	3478	3478,00	395,9
Canaux commencés......................			600,00
		6392,50	3014,40
Population en 1831.......		13 894 500	8 608 500

Cette comparaison des communications intérieures de la France et de l'Angleterre n'est certainement pas d'une exactitude rigoureuse; car il ne serait pas juste de placer d'un côté la plus riche portion d'un pays et de l'autre une partie prise proportionnellement sur l'ensemble d'un autre pays plus étendu, de manière à offrir une

(1) Je dois à l'obligeance de M. Page de Speen la partie du tableau qui a rapport à la navigation intérieure de l'Angleterre. Ceux qui ont recueilli eux-mêmes des détails statistiques peuvent seuls apprécier le temps et la peine qui ont été nécessaires pour déterminer les élémens consignés dans ces trois ou quatre lignes. (A.)

(2) La navigation à l'embouchure des fleuves comprend la navigation de la Tamise depuis l'embouchure de la Medway, celle de la Saverne depuis le Holmes, celle de la Trent depuis sa réunion avec l'Humber, et celle de la Mersey depuis le cap Runcorn. (A.)

sorte de contraste. En présentant ce tableau, je n'ai qu'un but, c'est d'engager ceux qui possèdent sur ces matières des documens plus étendus, à fournir au public les élémens nécessaires pour établir une comparaison plus exacte. Ces élémens additionnels doivent se composer du nombre de kilomètres qu'embrasse dans chaque pays le développement des côtes maritimes, des routes publiques, des chemins de fer et spécialement de ceux où les moteurs sont des machines locomotives.

452. Remarquons ici l'importance des moyens rapides de transport pour augmenter la force productive d'un pays. Sur le chemin de fer de Manchester, par exemple, il passe par an plus d'un demi-million de personnes : en supposant que chaque personne économise seulement une heure sur le temps du trajet de Manchester à Liverpool, il se produit une économie totale de cinq cent mille heures, ou de cinquante mille jours de travail à dix heures par jour. Cette économie représente une addition de cent soixante sept hommes à la force active du pays, sans qu'il en résulte aucune augmentation dans la quantité d'alimens nécessaire à sa population. Remarquons de plus que le temps des personnes qui voyagent sur ce chemin est généralement bien plus précieux que celui de simples ouvriers, et qu'ainsi la valeur ajoutée à la force productive de Liverpool et de Manchester est réellement bien plus considérable qu'on ne vient de le supposer.

CHAPITRE XXXV.

De l'influence de la science sur le développement futur de l'industrie.

453. Quand on passe en revue les diverses opérations manufacturières décrites dans le cours de cet ouvrage comme exemples des grands principes que nous avons voulu établir d'une manière immuable, il est impossible de ne pas reconnaître que les progrès des arts et de l'industrie en Angleterre sont liés intimement aux progrès des sciences les plus élevées, et que chaque pas nouveau dans la carrière des perfectionnemens industriels tend à resserrer de plus en plus ces liens.

Les sciences pratiques déduisent leurs résultats de l'expérience. Mais les raisonnemens qui sont l'âme de ces résultats sont plutôt du domaine des sciences abstraites. J'ai montré que la division du travail n'est pas moins applicable aux opérations de l'esprit qu'aux opérations du corps, aux opérations proprement matérielles; et de là découle cette conséquence générale : pour assurer de la manière la plus probable le succès des efforts que peut faire un peuple dans le but de perfectionner

ses moyens de fabrication, il faut que ces efforts résultent de l'action combinée des hommes les plus habiles en théorie et des hommes les plus habiles en pratique, chacun d'eux travaillant dans la partie spéciale à laquelle sa capacité naturelle ou ses habitudes acquises l'ont rendu éminemment propre.

454. Les applications pratiques des principes généraux de la théorie peuvent souvent récompenser largement, sous le rapport pécuniaire, les premiers qui savent les utiliser; cependant ce que j'ai dit sur les brevets d'invention montre que notre législation, à cet égard, présente encore bien de la marge pour les amendemens. Mais la découverte des grands principes de la nature exige un esprit consacré entièrement à ces recherches abstraites qui souvent, dans l'état actuel de la science, demandent des appareils coûteux et une dépense de temps incompatible avec les devoirs d'une profession quelconque. Ce serait donc un sujet digne d'examen de savoir s'il ne serait pas utile à l'État de chercher à compenser de quelque manière les privations imposées à ceux qui cultivent les plus hautes branches de la science. Comment s'établirait cette compensation, c'est une question qui intéresse et le savant et l'homme d'État. Déjà des considérations analogues semblent avoir été appréciées dans d'autres pays, où l'étude investigatrice de la science est regardée comme une

profession, où ceux qui réussissent dans cette étude ne sont pas exclus de tout objet d'une honorable ambition auquel peuvent prétendre leurs compatriotes. Au reste, comme j'ai déjà exprimé mon opinion à ce sujet dans une autre publication, je me contenterai d'y renvoyer le lecteur (1).

455. Il faut le dire, il y avait en Angleterre une seule place où pouvait aspirer la science soutenue d'une fortune indépendante, une place qui donnait un rang et une situation honorables dans la société, et dont la valeur dans l'opinion publique dépendait, pour plus de la moitié, de la supériorité scientifique de celui qui en était revêtu. Il est donc bien surprenant que cette dignité isolée ellemême, cette principauté du monde savant, la présidence de la Société royale, ait pu être donnée comme une distinction accidentelle. Il est plus surprenant encore qu'un prince distingué par ses idées libérales dans les affaires publiques et par la protection qu'il accorde à toute institution destinée à soulager ces misères de l'humanité dont il est exempté par son rang, qu'un prince que ses amis proclament l'ardent admirateur de la science et le zélé promoteur de ses progrès, ait pu être assez imparfaitement instruit de la vérité par ses prétendus amis, pour oser arracher à la science

---

(1) *Observations sur la décadence des sciences en Angleterre.* (A.)

la seule couronne civique qui puisse orner son front.

Aujourd'hui donc, et par la seule voie qui me permette d'approcher de sa haute position sociale, le président de la Société royale peut apprendre que les craintes manifestées sur son élection n'étaient pas des craintes imaginaires, et que les prétendus avantages qu'un petit nombre de personnes ont pu en attendre n'ont pas encore paru aux yeux du public. Il est juste aussi de le reconnaître, alors qu'une partie des inconvéniens éprouvés par le président de la Société royale sont dus à la conduite de ses partisans eux-mêmes, ceux qui lui avaient été contraires n'ont pas ensuite soutenu contre lui une opposition vexatoire. Ils attendent patiemment, convaincus que la force de la vérité finira par l'emporter, et que le prince, une fois éclairé, sera le premier à se soumettre à son pouvoir irrésistible.

456. Heureusement, de plus jeunes institutions s'élèvent qui suppléeront à la vieillesse de la Société royale. Une nouvelle association s'est formée dernièrement sur des bases tout-à-fait différentes de celles des anciennes sociétés, et promet de donner une nouvelle impulsion aux progrès futurs de la science. Je veux parler de l'*Association anglaise pour l'avancement des sciences*, qui a tenu sa première assemblée à York en 1831. Si la Société royale eût été tout ce qu'elle devait être, l'associa-

tion nouvelle eût encore été pour elle un puissant auxiliaire; mais dans l'état actuel de ce corps caduc il fallait indispensablement une nouvelle société qui fût véritablement une société scientifique. Les réunions périodiques de diverses personnes qui suivent des branches analogues ou différentes dans la science produisent toujours une excitation des esprits favorable au développement des nouvelles idées. Le long espace de temps qui succède ensuite à ces réunions permet de suivre les raisonnemens ou les expériences qu'elles ont suggérés, et le retour de la réunion générale, l'année suivante, anime le savant actif, par l'espoir d'y pouvoir présenter les heureux résultats de ses travaux. Un autre avantage de ces réunions générales, c'est qu'elles rassemblent un nombre immense de personnes occupées de l'étude de la science ou placées dans des positions assez élevées pour pouvoir seconder utilement ses progrès; et ce nombre de membres présens, bien supérieur à ceux qu'ont jamais présentés les réunions ordinaires des autres sociétés, même dans les capitales les plus populeuses, permet de disposer bien mieux à l'avance les efforts combinés qui doivent être dirigés sur un même sujet de recherches scientifiques.

457. Mais peut-être le plus grand avantage que la science retirera de ces assemblées générales, c'est la fusion qu'elles opéreront des différentes

classes de la société entre elles. Le mathématicien obtiendra des renseignemens pratiques du grand manufacturier. Le chimiste apprendra l'existence de nouvelles substances tellement rares qu'elles ne deviennent sensibles qu'en opérant sur des masses considérables de matière. Enfin pour les propriétaires, les personnes riches, qui habitent non loin du lieu visité annuellement par ces assemblées mobiles. Cette visite aura de bien plus grands avantages encore, en les éclairant sur le produit du sol et des fabriques de leur pays, et leur procurant ces jouissances si douces qui accompagnent toujours le développement de l'instruction.

458. Au moyen de ces relations immenses, l'opinion publique se formera sur celle du monde savant; le vrai mérite paraîtra au jour, et le charlatan rentrera dans une juste obscurité. La sanction de l'opinion publique dirigera le gouvernement, s'il veut montrer quelque zèle pour soutenir les sciences et récompenser par des honneurs ou des pensions les hommes qu'il croira les plus éminens, tandis que sans ce guide infaillible il courrait le risque d'agir comme cet aveugle-né qui, recouvrant la vue par l'opération de la cataracte et ne sachant pas estimer les distances, prenait les objets les plus voisins et les plus petits pour des objets de la plus grande dimension. Il est donc important pour la société

et pour l'homme de science lui-même, qu'il ne s'isole pas de la société qui l'environne.

459. Tout s'accorde à faire présumer que dans la génération qui nous succédera la race des hommes de science en Angleterre sortira d'une classe toute différente de celle qui jusqu'à présent en a été la pépinière. Comme le succès des recherches scientifiques en Angleterre exige trois conditions, une bonne éducation première, du temps disponible et de la fortune, peu de personnes possèdent mieux ces élémens essentiels que les fils de nos grands manufacturiers, dont les pères, enrichis par leur propre travail dans un champ voisin de celui de la science, seront jaloux de voir leurs fils briller un jour dans ses rangs. Toutefois, on doit le reconnaître, ce désir deviendrait bien plus vif, bien plus intense, si les honneurs du monde venaient quelquefois récompenser d'heureux efforts, et l'Angleterre profiterait ainsi de talens scientifiques qui restent trop souvent inutiles par la situation inférieure où ils sont obligés de végéter.

460. La découverte de l'iode et du brôme, substances qu'on n'a pu encore décomposer, est due à deux hommes placés dans la classe manufacturière: l'un était un salpêtrier de Paris, l'autre un fabricant de produits chimiques à Marseille. Montgolfier, l'inventeur des ballons pleins d'air raréfié, était fabricant de papier près de Lyon. Les descendans de ce premier voyageur aérien dirigent toujours

l'établissement qu'il leur a transmis, et les divers membres de sa nombreuse famille continuent encore, dans les différentes branches qu'ils ont embrassées, ce système perpétuel d'applications de la science à l'industrie dont Montgolfier leur a le premier donné l'exemple.

461. Il existe une infinité de circonstances où la connaissance de la Chimie peut être d'une haute importance à la fois au manufacturier et au commerçant. Tous les ans on apporte d'Amérique en Europe une quantité considérable d'écorce de kina; mais, il y a peu de temps, la Chimie a démontré qu'une grande partie de cette écorce n'a aucun effet médicinal, et en a séparé la kinine qui possède elle seule toutes les qualités qui font le prix du kina. Cent livres de celui-ci ne peuvent produire que deux livres et demie de kinine combinée avec l'acide sulfurique; de sorte que sur quarante tonnes de kina transportées à travers l'Atlantique, il y a trente-neuf tonnes de substance totalement inutile.

Aujourd'hui la plus grande partie du sulfate de kinine qui se consomme en Angleterre nous vient de la France, où le bas prix de l'alcool a permis de l'extraire du kina plus économiquement. Mais sans aucun doute, lorsque la civilisation se sera répandue sur les divers états de l'Amérique du sud, lorsqu'ils seront soumis à des formes de gouvernement plus stables qui pourront inspirer de la

sécurité aux capitalistes, on extraira dans ces pays mêmes la kinine des fibres ligneuses qui en détruisent presque toute l'énergie médicinale, et on l'exportera en Europe sous sa forme la plus concentrée.

462. Cette même science, qui extrait et qui concentre les matières propres à la nourriture de l'homme, est d'un grand secours pour les voyages lointains, où l'on doit économiser avec la plus grande attention l'espace réservé aux provisions alimentaires. L'huile essentielle flatte l'odorat du voyageur, les acides concentrés et cristallisés conservent sa santé, et l'esprit-de-vin suffisamment étendu lui fournit l'eau-de-vie nécessaire à sa consommation journalière.

463. Quand on compare le nombre immense des plantes connues au petit nombre d'espèces qui ont été jusqu'ici cultivées et rendues utiles à l'homme, quand on fait une observation semblable sur le monde des êtres animés, et même sur le règne minéral, les sciences naturelles semblent ouvrir à nos yeux un champ de recherches à jamais illimité. Un jour peut venir où chacune de ces productions si variées de la nature deviendra la base de fabriques étendues, et donnera vie, travail et richesse à des millions d'êtres humains. Mais les trésors exposés continuellement à nos yeux tels qu'ils sortent des mains de la nature contiennent en eux-mêmes d'autres élémens d'une

bien plus grande puissance. Tous sans exception, dans leurs combinaisons innombrables que ne pourraient épuiser des siècles de recherches et de travail, peuvent être destinés à nous fournir un renouvellement perpétuel d'élémens de richesse et de bonheur.

Dans leur extension et leur accroissement la science et l'instruction sont soumises à des lois directement opposées à celles qui régissent le monde matériel. Tandis que les forces de l'attraction moléculaire cessent à des distances sensibles, tandis que la puissance de la gravité décroît rapidement à mesure qu'on s'éloigne de son centre d'action, au contraire plus nous nous éloignons de l'origine de notre instruction première et plus elle s'agrandit, plus elle nous donne de force pour reculer la limite de son empire. Loin de nous permettre de présumer l'épuisement possible de ce champ si fécond de découvertes, cette puissance énergique si rapide, si continue dans sa marche, nous porte à chaque pas nouveau sur un point de plus en plus élevé d'où nous pouvons mesurer de l'œil l'espace déjà parcouru; et plus nous avançons, plus la distance déjà gagnée par nos efforts diminue à nos yeux en comparaison de l'espace immense que développe devant nous l'agrandissement bien autrement rapide de l'horizon scientifique.

464. Mais si c'est là une vérité hautement cons-

tatée et par les faibles notions que nous pouvons avoir sur les propriétés chimiques ou physiques des corps qui nous environnent, et par nos relations immédiates avec les élémens impalpables, la lumière, l'électricité, la chaleur, dont les combinaisons se modifient ou se changent mystérieusement, rappelons-nous qu'une autre science, une science plus élevée encore et plus illimitée, marche aussi à pas de géant; que cette science qui a soupesé dans sa main puissante les masses les plus étendues que contient l'univers, en a réduit la course irrégulière à des lois immuables et nous a donné, dans son langage concis, des expressions générales qui sont à la fois l'histoire du passé et la prophétie de l'avenir. C'est elle qui prépare aujourd'hui de nouvelles chaînes pour les atomes les plus déliés qu'ait créés la nature, et déjà elle a presque soumis à ses lois le fluide éthéré, et englobé dans un système plein d'harmonie tous les brillans et compliqués phénomènes de la lumière. Cette science, c'est celle du calcul, dont la nécessité continuelle se fait de plus en plus sentir à chaque pas de l'humanité, et qui, en définitive, devra diriger en souveraine toutes les applications de la science aux arts et à l'industrie.

465. Peut-être en contemplant cet agrandissement continuel du vaste champ des connaissances humaines un doute s'élevera dans l'esprit : on

peut craindre que le faible bras de l'homme manque un jour de la force physique nécessaire pour utiliser ces connaissances variées; mais l'expérience du passé a gravé en caractères ineffaçables cette maxime éternelle: *Le savoir est de la force*. Non-seulement le savoir donne à ses disciples le droit énergique de commander aux facultés intellectuelles de leurs semblables, mais il est lui-même un créateur de force physique. La découverte de la force expansive de la vapeur, sa condensation et la doctrine du calorique latent ont ajouté déjà des millions de bras à la population de cette petite île. Mais la source d'où découle cette force immense n'est pas intarissable, et les houillères du monde entier peuvent s'épuiser à la fin. Alors, sans recourir à la théorie qui prétend que de nouvelles formations de ce minéral précieux se déposent continuellement au fond de la mer, à l'embouchure des plus grands fleuves; sans prévoir l'emploi d'autres fluides qui exigent moins de chaleur que l'eau pour produire de la force, remarquons que la mer elle-même nous offre une source éternelle de force jusqu'à présent totalement négligée. Deux fois dans l'espace de vingt-quatre heures les marées soulèvent d'énormes masses d'eau qu'on pourrait utiliser à mettre des machines en mouvement. Mais supposons même qu'il faille encore de la chaleur pour produire de la force alors que l'épuisement de nos mines rendra trop coûteux l'em-

ploi du charbon de terre : bien avant que cette époque n'arrive d'autres méthodes auront été inventées pour produire cette chaleur. Dans certains pays il existe des sources d'eau chaude qui n'ont pas changé de température depuis des siècles. Sur plusieurs points de l'île d'Ischia, en creusant la terre à quelques pieds de profondeur près des sources d'eau chaude, on trouve de l'eau bouillante : et nul doute qu'avec un sondage peu profond on obtiendrait un dégagement de vapeur fortement comprimée (1).

En Islande ces sources de chaleur sont bien plus abondantes, et leur rapprochement d'énormes glaciers semble indiquer la destinée future de cette île. Au moyen de ces dépôts de glace l'Islandais pourra un jour liquéfier les gaz avec une dépense de force mécanique moindre que tout autre peuple, et il trouvera dans ses volcans la force nécessaire pour opérer leur condensation. Ainsi dans un temps éloigné *la force* deviendra

---

(1) En 1828 l'auteur a visité l'île d'Ischia avec une commission de l'Académie royale de Naples, envoyée pour examiner la température et la constitution chimique des sources de cette île. Après quelques jours d'observations sur plusieurs sources indiquées dans les instructions de l'Académie comme étant au-dessous de 100° centigrades, on trouva, en creusant, que cette opinion était inexacte, et que la température intérieure s'élevait graduellement jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante. (A.)

la marchandise de l'Islande et des autres pays volcaniques qui en seront les entrepôts ; et ce travail, qui leur procurera, au moyen d'un nouvel objet d'échange, les jouissances de plus heureux climats, pourra leur être utile encore d'une autre manière, en usant peu à peu l'indomptable énergie du terrible élément qui dévaste quelquefois ces pays infortunés.

466. Peut-être, pour une philosophie plus forte et plus hardie dans ses conséquences, ces prévisions de l'avenir sembleront trop froidement liées à l'histoire du passé. Quand le temps aura révélé les progrès futurs de l'espèce humaine, ces lois générales, esquissées maintenant d'une manière obscure, paraîtront dans tout leur jour. Et peut-être serait-il vrai de dire que l'esprit humain agrandit son empire sur le monde physique dans une progression toujours croissante, et comme poussé par une force accélératrice qui le presse à chaque instant.

Aujourd'hui même ces vents emprisonnés que le premier poète confie à son héros pour assurer la paisible navigation de sa fragile nacelle, ou ceux qu'en des temps plus modernes le devin Lapon vendait aux matelots trompés, ces créations idéales de l'imagination ou de la fraude, tirées par la voix de la science de leur existence fantastique, obéissent à un appel plus sacré, et les maîtres désordonnés du poète et du devin deviennent les esclaves obéissans de l'homme civilisé.

L'imagination bizarre de la satire elle-même est restée au-dessous des réalités de nos jours. En dépit de l'académie de Laputa (1), une lumière brillante et toute solaire a été tirée des rebuts de poisson : le feu a été tamisé par la lampe de Davy, et une nouvelle machine a appris l'arithmétique, si elle ne sait pas encore la poésie.

467. De quelque côté que nous examinions les triomphes et les conquêtes de l'homme sur la création soumise à son pouvoir, nous découvrons de nouveaux sujets d'admiration. Mais si la science a donné l'existence de la réalité aux fictions du poète, si, par cette masse de découvertes sans cesse croissante, elle a émoussé les traits les plus acérés de la satire et s'est élevée bien au-dessus de ses coups les plus vigoureux, elle a donné à la morale un secours d'une tout autre importance. En dévoilant à ses yeux ces vivantes merveilles qui abondent à la fois et dans la sphère du plus petit atome et dans le système des plus grandes masses de matière mise en mouvement, la science a présenté à la morale des preuves irrésistibles de l'existence d'une idée primitive, incommensurable dans son étendue. Entouré de toutes ces formes d'existences animées ou inanimées, le soleil de la science a déjà pénétré les replis extérieurs de la robe majestueuse de la nature. Mais si l'on demandait au philosophe de

(1) L'auteur fait allusion au roman de Gulliver. (T.)

choisir parmi tous ces êtres, témoins irrécusables de l'habileté du pouvoir créateur, celui de tous qui en est le chef-d'œuvre, et d'indiquer parmi toutes les qualités de cette créature unique, quel est le plus parfait de ses attributs, l'humble adorateur de la vérité se recueillera en lui-même; il se rappelera ces forces variées qui ont soumis à sa race le monde extérieur, et ces autres forces d'un ordre plus élevé qui lui ont permis de soumettre à sa propre volonté cette faculté créatrice qui l'aide à entrevoir la Divinité, et alors il prononcera que cette créature demandée est l'homme; que le plus beau don de la nature, c'est la raison humaine.

Mais quelque grand que puisse être l'intervalle qui s'étend du premier au dernier des êtres sensibles de notre planète, tous les résultats de l'observation éclairée par tous les raisonnemens de la philosophie s'unissent pour nous faire présumer que ces attributs dont notre espèce est si fière, peuvent se trouver placés au point le plus bas de l'échelle intellectuelle, dans la vaste étendue de la création. Et en effet, puisque chaque détail de notre globe matériel et de chaque être animé qu'il renferme présente à un examen plus minutieux des preuves plus parfaites du dessein de son créateur, il semble bien peu vraisemblable que ces autres sphères, les sœurs de la nôtre, soumises aux mêmes lois physiques, et brillantes des rayons de

lumière ou de chaleur émanés du même centre, ne présentent pas aussi leurs séries de créatures animées et intelligentes; il y aurait même bien peu de philosophie à supposer que les parties intégrantes de ces systèmes analogues au nôtre, perdus entièrement dans les profondeurs de l'espace et uniquement perceptibles par la multitude innombrable de leurs globes accumulés, ne sont rien qu'un chaos flottant de matière imparfaite, ou qu'étant toutes l'ouvrage du même architecte souverain qui a fait notre terre, aucun œil vivant ne devra admirer les merveilles qu'elles renferment, aucun être intellectuel ne devra développer ses facultés en s'efforçant de pénétrer les lois qui les gouvernent éternellement.

FIN.









